

Luftschadstoffuntersuchung zum Vorhaben Inno- vations- und Technologiecampus (ITC) in Krefeld

Bericht FA 9047-1 vom 03.09.2021

Auftraggeber: Innovationscampus Krefeld LM I und II GmbH
Rheinpromenade 11
40789 Monheim

Bericht-Nr.: FA 9047-1

Datum: 03.09.2021

Ansprechpartner/in: Frau Röhling

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 49 Seiten,
davon 34 Seiten Text und 15 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

Pestalozzistraße 3
10625 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.....	3
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	5
3	Beurteilungsgrundlagen.....	8
4	Örtliche Gegebenheiten.....	10
5	Ermittlung der Schadstoffemissionen.....	11
5.1	Straßenverkehr.....	11
5.1.1	Eingangsdaten.....	12
5.1.1.1	Verkehrsdaten.....	12
5.1.1.2	Verkehrssituation und Störungsgrad.....	12
5.1.1.3	Flottenzusammensetzung.....	14
5.1.1.4	Längsneigung.....	15
5.1.1.5	Kaltstartzuschläge.....	15
5.1.1.6	Zusätzliche PM _{2,5} - und PM ₁₀ -Emissionsfaktoren Straßenverkehr.....	16
5.1.2	Zusammenfassende Dokumentation der Eingangsdaten.....	16
5.1.3	Ergebnisse der Emissionsberechnung.....	16
5.2	Emissionen aus der Industrie und dem Hausbrand.....	17
6	Weitere Eingangsdaten und Modellbildung.....	19
6.1	Meteorologiedaten.....	19
6.2	Hintergrundbelastung.....	19
6.3	Berechnungsmodell.....	21
7	Durchführung der Immissionsprognose.....	23
7.1	Allgemeine Hinweise.....	23
7.2	Vorgehensweise Bildung NO ₂ -Gesamtbelastung.....	23
7.3	Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen.....	24
7.4	Ergebnisdarstellungen.....	25
8	Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen.....	26
8.1	Stickstoffdioxid (NO ₂).....	26
8.2	Feinstaub (PM ₁₀).....	28
8.3	Feinstaub (PM _{2,5}).....	30
9	Zusammenfassung.....	32

1 Situation und Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant die Errichtung eines Innovations- und Technologiecampus (ITC) auf einem ca. 5 ha großen, überwiegend aus Freifläche bestehenden Areal im Krefelder Stadtteil Dießem/Lemheide. Die Planung sieht die Entwicklung der Fläche zum Gewerbestandort mit den Nutzungsbereichen Forschung, Lehre und Arbeit vor. Der Bebauungsplan (Nr. 840 „Untergath / westlich Bäckerpfad“) wird derzeit aufgestellt [1].

Im Flächennutzungsplan der Stadt Krefeld ist der nördliche Teil des Plangebiets als Gewerbegebiet und der südliche Teil als eine Kombination aus Industriegebiet, Grünfläche mit dem Nutzungszweck „Parkanlage“ und anbaufreier Zone dargestellt. Zur Umsetzung des Planvorhabens ist somit eine Änderung des Flächennutzungsplanes nötig. Dies soll in einem Parallelverfahren erfolgen [1].

Ein Lageplan der örtlichen Gegebenheiten und des Plangebietes ist in Anlage 1 dargestellt, Anlage 2 zeigt den Bebauungsplanentwurf.

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 mit Luftschadstoffausbreitungsberechnungen für die relevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) erstellt.

Die Berechnungen werden mit der aktuellen Version 6.3 des prognostischen Windfeld- und Ausbreitungsmodells MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell) [2] durchgeführt.

Die Emissionen des Straßenverkehrs werden auf Grundlage des aktuellen Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) in der Version 4.1 [3] bestimmt.

Die städtische Hintergrundbelastung im Plangebiet wird anhand von Messwerten umliegender Hintergrundmessstationen sowie Luftschadstoffscreeningdaten ermittelt.

Die berechneten Immissionen werden mit den Grenzwerten der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) [4] verglichen und beurteilt.

Die Konzentrationen weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich, wie z. B. Benzol (C₆H₆), Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO₂) 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.

Als Prognosejahr für die zu untersuchenden Varianten wird in Abstimmung mit dem Auftraggeber das Jahr 2025 als frühestmöglicher Realisierungszeitpunkt des gesamten Vorhabens verwendet.

Es werden nachfolgend die Fälle

Prognosenußfall: Bebauung gemäß Bestand; Verkehrsmengen ohne Umsetzung des Planvorhabens; Emissionsfaktoren und Flottenzusammensetzung für das Jahr 2025

Planfall: Umgebungsbebauung gemäß Bestand; geplante Bebauung gemäß dem Vorabzug des Bebauungsplans Nr. 840 „Untergath / westlich Bäckerpfad“ [5]; Verkehrsmengen unter Berücksichtigung des Planvorhabens; Emissionsfaktoren und Flottenzusammensetzung für das Jahr 2025

unter Berücksichtigung der großräumigen Hintergrundbelastung untersucht.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[1] Bebauungsplan 840 – Untergath / westlich Bäckerpfad – und 9. Änderung des Flächennutzungsplanes; frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit	Lit	Letzter Zugriff: 27.08.2021
[2] MISKAM Handbuch Version 6	Lit	2011
[3] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1	Lit.	September 2019
[4] 39. BImSchV 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen	V	02.08.2010
[5] Vorabzug des Bebauungsplans Nr. 840 Untergath / westlich Bäckerpfad	P	Stand: 07.07.2021
[6] EG-Richtlinie 96/62/EG EG-Richtlinie über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität	V	27.09.1996
[7] 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
[8] EG-Richtlinie 2000/69/EG EG-Richtlinie über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (2. Tochterrichtlinie)	V	16.11.2000
[9] EG-Richtlinie 2002/3/EG EG-Richtlinie über den Ozongehalt in der Luft (3. Tochterrichtlinie)	V	09.03.2002
[10] EG-Richtlinie 2008/50/EG EG-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa	V	11.06.2008

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[11] EG-Richtlinie 2004/107/EG EG-Richtlinie über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (4. TR)	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 23 vom 26.01.2005, Seite 2	V	26.01.2005
[12] Begründung zum Bebauungsplan Nr. 840	Stadt Krefeld	Lit	09.12.2020
[13] Neues Wohngebiet an der Feldstraße	Rheinische Post; https://rp-online.de/nrw/staedte/krefeld/krefeld-an-der-feldstrasse-werden-18-einfamilienhaeuser-gebaut-bautraeger-ist-die-dorniedengruppe_aid-39629207	Lit.	Letzter Zugriff: 05.05.2021
[14] Handbuch IMMISem/luft/lärm zur Version 8	IVU Umwelt GmbH	Lit.	Dezember 2019
[15] Verkehrsgutachten B-Plan Nr. 840 in Krefeld – Werte für den Schallschutzgutachter	VSU - Beratende Ingenieure für Verkehr, Städtebau, Umweltschutz GmbH	P	Stand: 22.04.2021
[16] Verkehrsgutachten für die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 840 Untergath / westlich Bäckerpfad, Krefeld	VSU - Beratende Ingenieure für Verkehr, Städtebau, Umweltschutz GmbH	Lit	26.02.2021, Stand vom 16.08.2021
[17] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	Juli 2014
[18] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	April 2017
[19] KBA-Zulassungsstatistik des Zulassungsbezirkes Krefeld, Stand 01.01.2020	Zur Verfügung gestellt durch das LANUV	P	Eingang: 13.04.2021
[20] Lkw-Verkehrsverbot und Umweltzone Krefeld – Stadtkarte 1:20.000	Stadt Krefeld; https://www.krefeld.de/C1257CB001F275F/files/strklassif_lkw-verbot_druckbogen_cmyk_2015_09_09.pdf/\$file/strklassif_lkw-verbot_druckbogen_cmyk_2015_09_09.pdf?OpenElement	P	Stand: 01.09.2015
[21] Digitales Geländemodell (DGM1) des Untersuchungsgebietes	Landesregierung Nordrhein-westfalen; https://www.geoportal.nrw/	P	Abgerufen: 20.04.2021
[22] VDI 3782, Blatt 7 Kfz-Emissionsbestimmung	Kommission Reinhaltung der Luft, Kfz-Emissionsbestimmung	RIL	Mai 2020
[23] Bericht zum Luftqualitätsmodell Krefeld - Grobscreening	iMA Cologne GmbH	Lit.	Februar 2007

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[24] Emissionsdaten der Industrie und des Hausbrandes in Krefeld der Jahre 1999, 2000 und 2004	iMA Cologne GmbH, zur Verfügung gestellt durch das Umweltamt der Stadt Krefeld	Lit.	Stand: 1999 / 2000 / 2004
[25] Datenexport der Immissionskarten des Grobscreenings für das Stadtgebiet Krefeld	iMA Cologne GmbH, zur Verfügung gestellt durch das Umweltamt der Stadt Krefeld	P	Eingang: 30.01.2013
[26] Zeitreihe der Windrichtung und -geschwindigkeit der Jahre 2010 – 2019 der DWD-Station Düsseldorf-Flughafen	Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/historical/stundenwerte_FF_01078_19520101_20181231_hist.zip ; https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/recent/stundenwerte_FF_01078_akt.zip	P.	Abgerufen: 24.03.2020
[27] Bericht zum Luftqualitätsmodell Krefeld – Feinscreening für 12 ausgewählte Gebiete innerhalb des Stadtgebietes von Krefeld	iMA Cologne GmbH	Lit.	Januar 2009
[28] Jahreskenngößen der LUQS-Messstationen des LANUV NRW für die Jahre 2018 – 2020	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz; www.lanuv.nrw.de	Lit.	2019 – 2021
[29] Luftreinhalteplan Krefeld	Bezirksregierung Düsseldorf	Lit.	i.d.F. vom 30.09.2010
[30] Luftqualität 2020: Nur noch wenige Städte über Stickstoffdioxid-Grenzwert – Corona-Pandemie beeinflusste Luftqualität nur leicht	Umweltbundesamt https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/luftqualitaet-2020-nur-noch-wenige-staedte-ueber	Lit.	16.02.2021
[31] Auswirkung der Covid-19-Schutzmaßnahmen auf die Luftschadstoffkonzentration – LANUV-Fachbericht 109	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz; www.lanuv.nrw.de	Lit.	März 2021
[32] LOD2-Modell im CityGML-Format des Untersuchungsgebietes	Landesregierung Nordrhein-westfalen; https://www.geoportal.nrw/	P	Abgerufen: 19.04.2021
[33] Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz, Anwendung, 3. Teilbericht	IVU Umwelt GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes	Lit.	Juli 2002

Kategorien:

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

FA 9047-1
03.09.2021

3 Beurteilungsgrundlagen

In der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung sind die Luftschadstoffimmissionen zum Bebauungsplan Nr. 840 „Untergath / westlich Bäckerpfad“ in Krefeld zu untersuchen. Grundlage der Bewertung bildet dabei 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 [6]. Die darin beschriebenen Ziele und Prinzipien werden in z.z. vier „Tochterrichtlinien“ präzisiert.

Seit dem 11.06.2008 sind die Luftqualitätsrahmenrichtlinie [6] und die ersten drei Tochterrichtlinien [7][8][9] zur „Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ [10] zusammengefasst worden. Hierin wurden die bisherigen Immissionsgrenzwerte bestätigt und ein neuer Zielwert für Feinstaub ($PM_{2,5}$) eingeführt.

Mit Inkrafttreten der 22. BImSchV (2002) wurden die in den ersten drei Tochterrichtlinien festgelegten Immissionsgrenzwerte für die hier zu betrachtenden Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2), Benzol (C_6H_6) und Feinstaub (PM_{10}) im September 2002 in deutsches Recht übernommen und waren seitdem als Beurteilungsgrundlage heranzuziehen. Sie ersetzte die bis dahin geltenden Immissionswerte der alten 22. BImSchV vom Oktober 1993.

Im Jahr 2007 wurden die Immissionsgrenzwerte der vierten Tochterrichtlinie [11] (z. B. für Ozon) in die 22. BImSchV mitaufgenommen. Diese wurden bisher in der 23. BImSchV festgelegt. Durch die Integration dieser Grenzwerte in die 22. BImSchV wurde die 23. BImSchV 2006 aufgehoben.

Mit Einführung der 39. BImSchV [4] „39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen)“ am 02.08.2010 erfolgte dann die Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht. Die 39. BImSchV hebt weiterhin die 22. sowie 33. BImSchV auf. Mit Ausnahme der neuen Ziel- und Grenzwerte für Feinstaub ($PM_{2,5}$) ergeben sich für die übrigen Grenzwerte gegenüber der 22. und 33. BImSchV keine Veränderungen.

Die verkehrsrelevanten Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV sind als Auszug in Tabelle 3.1 aufgeführt.

Tabelle 3.1: Auszug Immissionsgrenzwerte (**fett gedruckt**) der verkehrsrelevanten Luftschadstoffe gemäß 39. BImSchV [4].

	Luftschadstoff										
	SO ₂ μg/m ³	SO ₂ μg/m ³	SO ₂ μg/m ³	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	C ₆ H ₆ μg/m ³	CO mg/m ³
	350	125	500	200	40	400	50	40	25	5	10
Typ	IGW, SMW	IGW, TMW	ALM, SMW	IGW, SMW	IGW, JMW	ALM, SMW	IGW, TMW	IGW, JMW	IGW, JMW	IGW, JMW	IGW, AMW
Zulässige Überschrei- tungen pro Jahr	24	3	-	18	keine	-	35	keine	keine	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 [4] zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden dabei 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.“

4 Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet befindet sich in Krefeld-Süd, im Stadtteil Dießem-Lemheide. Es wird im Süden durch den Fuß- und Radweg entlang der B 57 (Untergath) und im Osten durch die Ostseite der Straße „Bäckerpfad“ sowie die rückwärtigen Grenzen der westlich des Bäckerpfads gelegenen Gewerbegrundstücke und einer Grünfläche begrenzt. Die Nordgrenze wird von ebendieser Grünfläche bzw. südlich der Feldstraße vom Gehölzbestand der dortig angrenzenden Grünfläche gebildet. Im Westen schließen das Grundstück einer Kindertageseinrichtung, die Parkanlage eines Freizeitentrums und die rückwärtigen Grenzen der Grundstücke östlich der zur Untergath gehörenden Stichstraße an das Plangebiet an [1].

Der Großteil des Plangebiets wird von zwei Grünflächen eingenommen. Die südliche Grünfläche erstreckt sich vom Fuß- und Radweg bis zu einem Parkplatz und zwei Gebäuden, die zum östlich des Bäckerpfads gelegenen Evonik-Werksgelände gehören. Im Osten und Nordwesten grenzen zwei weitere Parkplätze, letzterer nicht vollständig versiegelt, an die Grünfläche an. Die beiden Gebäude, die Parkplätze und der südliche Abschnitt des Bäckerpfads befinden sich innerhalb des Plangebiets. Ebenso zugehörig sind das nördlichste der an der Stichstraße angesiedelten Gebäude sowie Teile der Grundstücke südlich davon. Die nördliche Grünfläche ist über den partiell versiegelten Parkplatz mit dem übrigen Plangebiet verbunden. Bei beiden Grünflächen handelt es sich primär um Rasenflächen, die an ihren Rändern teilweise Gehölzstrukturen aufweisen [12].

Die östliche Umgebung des Plangebiets ist durch Gewerbe und Industrie geprägt. Im Süden verläuft die B 57, an welche sich eine Mischung aus Wohn- und Gewerbebebauung anschließt. Südwestlich des Plangebiets kreuzt die B 57 (Obergath/Untergath) die B 9 (Kölner Straße). Während zwischen Kreuzung und Plangebiet Bebauung gewerblicher Nutzung dominiert, ist nordwestlich des Plangebiets weitgehend eine Wohn- und Gewerbe-Mischnutzung zu verzeichnen. Des Weiteren befindet sich dort das brachgefallene Areal einer ehemaligen Lackfabrik [13]. Jenseits der Kölner Straße sowie nördlich des Plangebiets liegt hauptsächlich Wohnnutzung vor.

5 Ermittlung der Schadstoffemissionen

5.1 Straßenverkehr

Die Berechnung der Straßenverkehrsemissionen erfolgt mithilfe des Emissionsprogramms IMMIS^{em} in der Version 8.001 [14]. Das Emissionsprogramm verwendet hierbei die im Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) Version 4.1 [3] 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 (PKW, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Linien- und Reisebusse sowie Motorräder), differenziert nach Emissionskonzepten (Euro 0 bis Euro VI) sowie nach verschiedenen Verkehrssituationen zur Verfügung. 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 < 1,4 l, mit Hubraum 1,4 – 2,0 l, 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 leichter Nutzfahrzeuge < 3,5 t (INfz) und schwerer Nutzfahrzeuge > 3,5t (sNfz) benötigt.

Die Verkehrsdaten für das umliegende Straßennetz in den zwei zu berechnenden Varianten Prognosenußfall und Planfall [15] wurden durch den Verkehrsgutachter zum Planvorhaben zur Verfügung gestellt. Angaben zu den INfz-Anteilen liegen in diesen Daten nicht vor. Daher wurde ein pauschaler Anteil von leichten Nutzfahrzeugen von 5 % berücksichtigt, da leichte Nutzfahrzeuge in der Regel höhere Luftschadstoffemissionen als PKWs aufweisen und diese sonst unberücksichtigt bleiben würden. Allgemeine Verkehrszählungen haben gezeigt, dass ein solcher Anteil von leichten Nutzfahrzeugen repräsentativ ist.

Im Verkehrsgutachten zum Planvorhaben [16] werden außerdem Angaben zu den täglichen Verkehrsmengen des Quell- und Zielverkehrs über den Bäkerpfad gemacht. Diese sind in der Emissionsberechnung berücksichtigt. Zur Berücksichtigung des Anlieferverkehrs wurde für den INfz-Anteil ein auf Erfahrung beruhender Pauschalwert von 4 % angenommen.

5.1.1.2 Verkehrssituation und Störungsgrad

Mit Einführung des HBEFA ab der Version 3.x [17][18] 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“, d. h. 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 ländliche oder 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 Tabelle 5.1 dargestellt.

Tabelle 5.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1 [3].

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 des 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 Fahrrichtungen 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 alle Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet der standardisierte Tagesgang „doublepeak“ verwendet. Anhand typischer Straßenkapazitäten sowie den zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen wurde die LOS-Verteilung pro Straßenabschnitt von IMMIS^{em} automatisiert 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, dem Prognosejahr, erforderlich, da die Zusammensetzung der Kraftfahrzeugflotte sich in Abhängigkeit des Prognosejahres aufgrund von Gesetzgebung 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 im Plangebiet und dem umliegenden Straßennetz wird vor allem von dem regionalen Fahrzeugbestand bestimmt. Bei der Emissionsberech-

nung für die PKW und die leichten Nutzfahrzeuge wurde daher nicht auf den im HBEFA 4.1 hinterlegten mittleren bundesdeutschen Flottenmix „REF D HB41“, sondern auf die lokale Zulassungsstatistik (unterteilt nach Euro-Abgasgrenzwerten) für den Zulassungsbezirk Krefeld mit Stand 01.01.2020 [19] zurückgegriffen.

Die in dieser Statistik enthaltenen Werte wurden anschließend in Anlehnung an die im HBEFA 4.1 enthaltene Flottenentwicklung auf den Prognosehorizont 2025 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.

Da die Flottenzusammensetzung der schweren Nutzfahrzeuge in der Regel vom überregionalen Fahrzeugbestand geprägt ist, wurde auf eine weitere Regionalisierung der Flotte verzichtet.

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der Grenze der Krefelder Umwelt- und Lkw-Fahrverbotszone, die seit dem 31.07.2012 nur noch von Fahrzeugen mit grüner Schadstoffplakette (auch Feinstaubplakette genannt) befahren werden darf [20]. Als Ansatz für eine konservative Emissionsberechnung wurde von einer weiteren Anpassung der Fahrzeugflotte aufgrund der Umweltzonenregelung abgesehen.

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 2 %-Schritten 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 und, falls die Neigung außerhalb des Wertebereichs liegt, extrapoliert.

Die Längsneigung der Straßen im Untersuchungsgebiet wurde mithilfe eines hochaufgelösten digitalen Geländemodells (DGM) [21] 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 zwölf 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 von Mai 2020 [22] und den neuen Kaltstartzu- bzw. abschlägen aus dem HBEFA 4.1 [3] basierend auf typisierten Fahrtweitenverteilungen, Standzeitenverteilungen, Verkehrsverteilungen und Temperaturganglinien in Gramm pro Kilometer 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.

5.1.2 Zusammenfassende Dokumentation der Eingangsdaten

In Anlage 3 und Anlage 4 sind die wichtigsten Eingangsparameter für die Emissionsberechnung der Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet für den Prognosenull- und den Planfall tabellarisch aufgeführt. Die räumliche Einordnung der aufgelisteten Straßenabschnitte kann mit den Lageplänen in Anlage 5 (Prognosenullfall) und Anlage 6 (Planfall) 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 NO_x, PM₁₀ und PM_{2,5} mit dem Emissionsprogramm IMMIS^{em} für den Prognose-null- und den Planfall mit dem Prognosehorizont 2025 berechnet.

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung sind in Anlage 3 und Anlage 4 aufgeführt.

5.2 Emissionen aus der Industrie und dem Hausbrand

Für die Emissionen von Luftschadstoffen aus der Industrie und dem Hausbrand liegen aus dem Grobscreening des Luftqualitätsmodells der Stadt Krefeld [23] Emissionsdaten für das gesamte Stadtgebiet von Krefeld mit einer genauen Positionsangabe und den Massenströmen für die Schadstoffe Feinstaub (nur PM₁₀) und Stickstoffdioxid vor [24].

Da sich aber fast alle Quellen außerhalb der MISKAM-Rechengebiete befinden, konnten sie nicht explizit mit MISKAM mitberechnet werden.

Um die Immissionen durch die Industrie und den Hausbrand als Zusatzbelastung explizit berücksichtigen zu können, wurden die Daten der Immissionsberechnungen des Grobscreenings des Luftqualitätsmodells der Stadt Krefeld durch das Umweltamt der Stadt Krefeld als flächendeckende Rasterkarten der Zusatzbelastung separat für die verschiedenen Quellen und Luftschadstoffe zur Verfügung gestellt [25]. Diese Immissionsdaten liegen für Stickstoffoxide (NO_x) und Feinstaub (nur PM₁₀) in einem 10 x 10 m² Raster als Zusatzbelastungen vor. Das Bezugsjahr für diese Daten ist das Jahr 2010.

Die aus der Auswertung der Rasterkarten der Zusatzbelastung für den Bereich des Bebauungsplangebietes hervorgehenden Zusatzbelastungen durch die Industrie und den Hausbrand sind in Tabelle 5.2 aufgelistet.

Tabelle 5.2: Zusatzbelastungen durch die Industrie und den Hausbrand innerhalb des Untersuchungsraums als Jahresmittelwerte mit Bezugsjahr 2010 [25].

Quelle	Zusatzbelastung Jahresmittelwert 2010 [µg/m ³]		
	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Hausbrand	5,5 – 6,2	0,2	Keine Angabe
Industrie	2,6 – 3,9	0,7 – 2,3	Keine Angabe
Summe (Maximalwerte)	10,1	2,5	2,5

Im Sinne eines konservativen Ansatzes werden die in Tabelle 5.2 angegebenen Summen der Maximalwerte für Stickstoffoxide (NO_x) und Feinstaub (nur PM₁₀) des Jahres 2010 unverändert für das Prognosejahr 2025 übernommen und der Hintergrundbelastung gemäß Kapi-

tel 6.2 zugeschlagen. Ebenso im Sinne eines konservativen Ansatzes wird nachfolgend für Feinstaub (PM_{2,5}) eine Zusatzbelastung von ebenfalls 2,5 µg/m³ angenommen.

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, welche durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und thermische Schichtung der Atmosphäre definiert sind.

Für die vorliegende Untersuchung wurden Messwerte der Windrichtung und Windgeschwindigkeit der DWD-Station Düsseldorf-Flughafen aus den Jahren 2010 – 2019 [26] verwendet. Die Station liegt etwa 12,4 km südöstlich des Untersuchungsgebietes und gibt gemäß Umweltamt der Stadt Krefeld auf Grund ihrer räumlichen Nähe und des 10-jährigen Messzeitraums sehr gut die langjährigen übergeordneten Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet wieder. Ebenso wurden die Daten der DWD-Station Düsseldorf-Flughafen im Rahmen des für das gesamte Stadtgebiet Krefeld durchgeführten Luftschadstoffgrobscreenings [23] sowie Feinscreenings für zwölf ausgewählte Bereiche [27] verwendet.

Für die Immissionsprognose wurde die Messreihe mit jeweils 1-Stunden-Mittelwerten in Windrichtungssektoren à 10° ausgewertet und deren Häufigkeiten ermittelt. Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit sind in Anlage 7 dargestellt. Es dominieren südwestliche und – bedingt durch die Leitwirkung des Rheintals – südöstliche Windrichtungen bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3,9 m/s in 10 m Höhe.

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, welche 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 [28]. Die statistischen Kenngrößen der verkehrsrelevanten Schadstoffe werden regelmäßig veröffentlicht. Zur Bestimmung der Hintergrundbelastung wurde analog zum Luftreinhalteplan der Stadt Krefeld [29] auf Messwerte der letzten drei vollständig vorliegenden Messjahre der Stationen Mülheim-Styrum [STYR], Krefeld-Linn [KREF], Ratingen-Tiefenbroich [RAT2] und Duisburg-Walsum [WALS] zurückgegriffen.

Gemäß einer Veröffentlichung des Umweltbundesamtes von Februar 2021 [30] hat die Corona-Pandemie die Luftqualität in Deutschland und somit die Messwerte im Jahr 2020 nur leicht beeinflusst, da sich der Verkehrsrückgang durch den Lockdown vor allem auf den Zeitraum von vier Wochen (23.3. bis 19.4.) beschränkte. Für Stickstoffdioxid (NO₂) wird der Einfluss der Corona-Pandemie auf den Jahresmittelwert mit 1 µg/m³ angegeben. Für Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) wird kein relevanter Einfluss auf die gemessenen Jahresmittelwerte beschrieben. Somit ist der im Jahr 2020 deutschlandweit zu beobachtende, zum Teil deutliche Rückgang der NO₂-Belastung gegenüber den Vorgängerjahren nicht ursächlich durch die Pandemie, sondern durch die Flottenentwicklung und weitere Luftreinhaltemaßnahmen begründet.

Ähnliches beschreibt eine Veröffentlichung des LANUV NRW von März 2021 [31]. Demnach zeigen die Auswertungen der Messwerte, dass „die Schutzmaßnahmen gegen die Covid-19-Pandemie im Jahr 2020 in NRW zeitweise eine deutliche Reduktion des Straßenverkehrs und der Immissionsbelastung durch Luftschadstoffe bewirkten. Der Effekt auf den Jahresmittelwert der Luftschadstoffbelastung ist eher gering, da die Phasen mit starken Verkehrsrückführungen nur wenige Wochen betrafen und sich daher im Jahresmittelwert nur geringfügig auswirken.“

Nachfolgend werden daher auch die Messwerte des Jahres 2020 zur Ermittlung der Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet herangezogen. Der Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid (NO₂) wird dabei, um den Einfluss der Corona-Pandemie zu berücksichtigen, um 1 µg/m³ angehoben.

Tabelle 6.1 zeigt die zur Bestimmung der Hintergrundbelastung verwendeten Messwerte sowie die hieraus ermittelte Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet.

In Zukunft ist aufgrund von politischen Vorgaben zur Emissionsminderung von einer weiter allmählich zurückgehenden Hintergrundbelastung auszugehen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurde im Rahmen dieser Berechnung auf eine Reduktion der Hintergrundbelastung für das Prognosejahr 2025 verzichtet.

Tabelle 6.1: EU-Jahreskenngößen gemessener Schadstoffkonzentrationen an den LUQS-Messstation STYR, KREF, RAT2 und WALS [28].

Messstation /Quelle	Jahr	Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
		JMW NO_2	JMW PM_{10}	JMW $\text{PM}_{2,5}$
Mülheim-Styrum (STYR)	2018	23	19	14
	2019	22	16	12
	2020	19 (18)	15	10
Krefeld-Linn (KREF)	2018	-	13	-
	2019	-	14	-
	2020	-	14	-
Ratingen-Tiefenbroich (RAT2)	2018	24	17	-
	2019	23	14	-
	2020	21 (20)	18	-
Duisburg-Walsum (WALS)	2018	26	20	-
	2019	25	18	-
	2020	23 (22)	17	-
Hintergrundbelastung Untersuchungsgebiet	2018-2020	22,9 $\cong 36,5 \text{ NO}_x^*$	16,3	12,0

*siehe Kapitel 7.2

Zusätzlich zu der gemäß Tabelle 6.1 dargestellten Hintergrundbelastung werden die in Tabelle 5.2 dargestellten Zusatzimmissionen durch die Industrie und den Hausbrand berücksichtigt. Die sich ergebende Gesamtvorbelastung für das Untersuchungsgebiet ist in Tabelle 6.2 aufgelistet.

Tabelle 6.2: Gesamtluftschadstoffvorbelastung und Bezugsjahr

Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO_x	NO_2	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$
Hintergrundbelastung 2018–2020 (für 2025) zuzüglich Industrie und Hausbrand aus dem Luftschadstoffscreening	46,6	27,3	18,8	14,5

* siehe Kapitel 7.2

6.3 Berechnungsmodell

Die Berechnung der Schadstoffimmissionen wurde mit dem Rechenmodell MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell, Version 6.3 von November 2013) [2] 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 Gebiet in quaderförmige Rechenzellen unterteilt. Durch Gebäude blockierte Zellen werden als Strömungshindernisse undurchlässig abgebildet, sodass ihr Einfluss berücksichtigt werden kann. Die Ergebnisdarstellung erfolgt für das Gebiet von Interesse, den Untersuchungsraum. Dieser ist durch das innere Rechengebiet definiert. Die Windfeldsimulation wird darüber hinaus auch für ein sogenanntes äußeres Rechengebiet durchgeführt, in welchem sich die Strömung durch den Einfluss der Gebäude zu einer städtischen Grenzschicht ausbildet. Des Weiteren wird durch die Verwendung des äußeren Rechengebiets die Unabhängigkeit der Modellergebnisse von Randeffekten gesichert.

Lage und Höhe der Bestandsbebauung wurden dem von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellten LOD2-Klötzchenmodell [32] entnommen. Die Ableitung der Daten für die Planbebauung geschah anhand des vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Vorabzugs des Bebauungsplans mit Stand 19.04.2021 [5]. Es wurde hierbei eine Vollaussnutzung der zur Verfügung stehenden Baufelder angenommen. Da die tatsächliche Bebauung voraussichtlich geringer ausfallen wird, ist dies ein konservativer Ansatz.

Lagepläne der Berechnungsmodelle für die beiden Untersuchungsvarianten mit dem jeweils berücksichtigten Gebäudebestand sind in Anlage 5 und Anlage 6 dargestellt.

Das innere Rechengebiet hat eine Fläche von $774 \times 720 \text{ m}^2$ mit einem äquidistanten Raster von $2,0 \times 2,0 \text{ m}^2$, das äußere Rechengebiet hat eine Fläche von $1.575 \times 1.521 \text{ m}^2$.

In vertikaler Richtung besteht der Modellraum aus 41 mit zunehmender Höhe mächtiger werdenden Schichten bis zur Modelloberkante in 494 m Höhe gemäß der Anforderungen an die Modellentwicklung. Die Schichten in Bodennähe werden hierbei fein aufgelöst.

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. Auf diese Zusatzbelastung wird die Vorbelastung addiert, sodass sich die Gesamtbelastung ergibt, die mit den Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV verglichen wird.

7.2 Vorgehensweise Bildung NO₂-Gesamtbelastung

NO_x (Summe aus NO und NO₂) kann als chemisch inerte Stoff behandelt werden. Damit kann die Gesamtbelastung von NO_x als Summe aus Vor- und Zusatzbelastung gebildet werden.

Nicht inerte Stoffe wie NO und NO₂ unterliegen in der Atmosphäre hingegen komplexen photochemischen 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 [33] 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“.

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 [33] verwendet. Hierfür wurden die Anzahl der Überschreitungen im Jahr über dem 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:

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

Gemäß dieser Formel wird bei einem Jahresmittelwert von 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 Vorbelastung, die einen großen Beitrag zur Gesamtmission liefert, nur als Jahresmittelwert berücksichtigt werden kann.

Statistische Auswertungen von Messwerten an Dauermessstationen [33] haben aber zu einer Formel geführt, mit deren Hilfe die Wahrscheinlichkeit, 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 angewendet.

7.4 Ergebnisdarstellungen

Die Luftschadstoffkonzentrationen in einer bodennahen Schicht ($h = 1,5$ m über Geländeoberkante) werden flächendeckend ermittelt und in den Anlagen 8 bis 15 jeweils für den Prognose- sowie den Planfall dargestellt. Die Farbdarstellung wurde jeweils so gewählt, dass Grenzwertüberschreitungen mit roten Farbtönen gekennzeichnet werden. Blau eingefärbte Bereiche zeigen Konzentrationen an, die sich nur unwesentlich von der angesetzten Vorbelastung unterscheiden.

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

8 Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen

8.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die aus den Immissionsberechnungen für das Prognosejahr 2025 hervorgehenden Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) in einer Höhe von 1,5 m ü. Grund sind in Anlage 8 für den Prognosenullfall und in Anlage 9 für den Planfall 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	IGW JMW	Prognosenullfall 2025	Planfall 2025	Differenz
1	Kölner Straße 135	40	32,0	32,8	+0,8
2	Kölner Straße 184	40	32,1	32,3	+0,2
3	Kölner Straße 209	40	32,7	33,0	+0,3
4	Kölner Straße 233	40	34,3	34,3	0,0
5	Kölner Straße 256	40	30,2	30,4	+0,2
6	Kölner Straße 270	40	29,7	29,8	+0,1
7	Untergath 33	40	28,7	28,8	+0,1
8	Untergath 38	40	28,3	28,6	+0,3
9	Untergath 41	40	28,5	28,5	0,0
10	Untergath 53	40	28,2	28,3	+0,1
11	Bäkerpfad 25 (Süd)	40	27,6	29,8	+2,2
12	Bäkerpfad 25 (Nord))	40	27,5	29,2	+1,7
13	Bäkerpfad 25 (Plangebiet)	40	27,5	28,9	+1,4
14	Plangebiet (Ost)	40	-	30,5	-
15	Plangebiet (Süd)	40	-	29,8	-

Die Ergebnisse für den Prognosenullfall zeigen, dass der maximal zulässige NO₂-Jahresmittelwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im gesamten Untersuchungsraum eingehalten wird. Die höchste Immissionsbelastung wird für den zwischen Thomasstraße und Lerchenfeldstraße gelegenen Abschnitt der B 9 (Kölner Straße) prognostiziert. Die relativ hohen Konzentrationen hier sind auf die hohe Verkehrsbelastung in Kombination mit einer aufgrund des engen Straßenquerschnitts und der dichten Randbebauung verminderten Belüftung zurückzuführen. Die höchste Immissionsbelastung an einem Gebäude tritt mit einer NO₂-Konzentration von 34,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aufgrund der geringen Entfernung zur Fahrbahn am Immissionsort 4 (Kölner Straße 233) auf.

Im Vergleich zum Prognosenullfall steigen im Planfall die Verkehrsmengen und somit die freigesetzten Schadstoffemissionen. Des Weiteren ändern sich durch die Realisierung des Planvorhabens die Belüftungsverhältnisse. Hierdurch steigt die NO₂-Belastung an den Immissionsorten 1- 3, 5 - 8 und 10 um maximal 0,3 µg/m³ und an den Immissionsorten 11 – 13 um maximal 2,2 µg/m³ an.

Bei der Modellierung der Plangebäude wurde die volle Ausnutzung der Baufelder angenommen. Da die tatsächliche Planbebauung voraussichtlich weniger kompakt ausfallen wird, wodurch eine bessere Belüftung des Bäkerpfads zu erwarten ist, werden die tatsächlichen Zunahmen an den Immissionsorten 11 – 13 mit großer Wahrscheinlichkeit niedriger ausfallen als hier angegeben.

Für die Immissionsorte 2, 7 und 9 sind keine Veränderungen zu verzeichnen.

Die Realisierung des Planvorhabens verursacht somit keine wesentliche Erhöhung der NO₂-Belastung. Während die maximalen Zunahmen der NO₂-Konzentration entlang des Bäkerpfads prognostiziert werden, tritt die maximale Immissionsbelastung an einem Gebäude mit 34,3 µg/m³ weiterhin am Immissionsort 4 auf. An den Plangebäuden (Immissionsorte 13 – 15) beträgt die NO₂-Konzentration maximal 30,5 µg/m³. Der Grenzwert zum NO₂-Jahresmittelwert wird somit auch nach Realisierung des Planvorhabens nicht überschritten.

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, in den zwei berechneten Varianten maximal 2,5 % (vgl. Tabelle 8.2 und Kapitel 7.3).

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	Prognosenullfall 2025	Planfall 2025	Differenz
1	Kölner Straße 135	2,1	2,2	+0,1
2	Kölner Straße 184	2,1	2,1	0,0
3	Kölner Straße 209	2,1	2,2	+0,1
4	Kölner Straße 233	2,4	2,5	+0,1
5	Kölner Straße 256	1,8	1,9	+0,0
6	Kölner Straße 270	1,8	1,8	0,0

Immissionsort		Wahrscheinlichkeit von mehr als 18 zulässigen Überschreitungen des 1-h Mittelwertes von 200 µg/m ³ NO ₂ pro Jahr in %		
Nr.	Beschreibung	Prognosenullfall 2025	Planfall 2025	Differenz
7	Untergath 33	1,7	1,7	0,0
8	Untergath 38	1,6	1,7	+0,1
9	Untergath 41	1,7	1,7	0,0
10	Untergath 53	1,6	1,6	0,0
11	Bäkerpfad 25 (Süd)	1,6	1,8	+0,2
12	Bäkerpfad 25 (Nord))	1,6	1,7	+0,1
13	Bäkerpfad 25 (Plangebiet)	1,6	1,7	+0,1
14	Plangebiet (Ost)	-	1,9	-
15	Plangebiet (Süd)	-	1,8	-

Auswertungen von Messergebnissen an Verkehrsmessstationen des LANUV NRW [28] zeigen, dass in den letzten Jahren auch bei NO₂-Jahresmittelwerten mit deutlich höheren Konzentrationen als 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.

Aufgrund der unkritischen Ergebnisse wird auf die grafische Darstellung der Überschreitungswahrscheinlichkeiten verzichtet.

8.2 Feinstaub (PM₁₀)

Die aus den Immissionsberechnungen für das Prognosejahr 2025 hervorgehenden PM₁₀-Jahresmittelwerte in einer Höhe von 1,5 m ü. Grund sind in Anlage 10 für den Prognosenullfall und in Anlage 11 für den Planfall dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.3 die berechneten PM₁₀-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.3: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM₁₀).

Immissionsort		Jahresmittelwerte [µg/m ³] Feinstaub (PM ₁₀)			
Nr.	Beschreibung	IGW JMW	Prognosenullfall 2025	Planfall 2025	Differenz
1	Kölner Straße 135	40	20,4	20,7	+0,3
2	Kölner Straße 184	40	20,4	20,5	+0,1
3	Kölner Straße 209	40	20,6	20,7	+0,1
4	Kölner Straße 233	40	21,6	21,6	0,0

Immissionsort		Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Feinstaub (PM ₁₀)			
Nr.	Beschreibung	IGW JMW	Prognosenullfall 2025	Planfall 2025	Differenz
5	Kölner Straße 256	40	19,9	20,0	+0,1
6	Kölner Straße 270	40	19,6	19,7	+0,1
7	Untergath 33	40	19,4	19,4	0,0
8	Untergath 38	40	19,2	19,3	+0,1
9	Untergath 41	40	19,3	19,3	0,0
10	Untergath 53	40	19,2	19,2	0,0
11	Bäkerpfad 25 (Süd)	40	18,9	19,5	+0,6
12	Bäkerpfad 25 (Nord))	40	18,9	19,4	+0,5
13	Bäkerpfad 25 (Plangebiet)	40	18,9	19,3	+0,4
14	Plangebiet (Ost)	40	-	19,8	-
15	Plangebiet (Süd)	40	-	19,9	-

Die Ergebnisse für den Prognosenullfall zeigen, dass der Grenzwert zum PM₁₀-Jahresmittelwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2025 im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich eingehalten wird. Die höchste Immissionsbelastung wird aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens im Bereich der Kreuzung der B 57 (Obergath/Untergath) mit der B 9 (Kölner Straße) prognostiziert. Die höchste Immissionsbelastung an einem Gebäude tritt mit einer PM₁₀-Konzentration von 21,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aufgrund der geringen Entfernung zur Fahrbahn am Immissionsort 4 (Kölner Straße 233) auf.

Im Vergleich zum Prognosenullfall steigen die jahresmittleren PM₁₀-Belastungen im Planfall an den Immissionsorten 1 – 3, 5, 6, 8 und 11 - 13 leicht um maximal 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an. Die Realisierung des Planvorhabens verursacht somit keine wesentliche Erhöhung der PM₁₀-Belastung. An den Immissionsorten 4, 7 und 9 - 10 tritt keine Veränderung auf. Wiederum werden die höchsten Konzentrationszunahmen entlang des Bäkerpfads prognostiziert, während die höchste Immissionsbelastung an einem Gebäude mit 21,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ weiterhin für den Immissionsort 4 zu verzeichnen ist. An den Plangebäuden (Immissionsorte 13 – 15) beträgt die PM₁₀-Konzentration maximal 19,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Grenzwert zum PM₁₀-Jahresmittelwert wird somit auch nach Realisierung des Planvorhabens deutlich eingehalten.

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. Anlage 12 zeigt die gemäß Kapitel 7.3 ermittelten Überschreitungshäufigkeiten für den Prognosenullfall und Anlage 13 für den Planfall. Zusätzlich weist Tabelle 8.4 die Überschreitungshäufigkeiten an den maximal beaufschlagten Immissionsorten aus.

Aufgrund der insgesamt geringen jahresmittleren PM₁₀-Belastung im Prognosenullfall wird auch die maximal zulässige Anzahl an Überschreitungstagen im gesamten Untersuchungsgebiet nicht überschritten. Die höchste Anzahl an Überschreitungstagen wird mit einem Wert von 11 für den Immissionsort 4 (Kölner Straße 233) prognostiziert.

Im Vergleich zum Prognosenullfall ändert sich die Anzahl der Überschreitungstage im Planfall nur leicht. Die maximale Anzahl an Überschreitungstagen an Gebäuden beträgt aber weiterhin 11 Tage (Immissionsort 4). Somit wird auch im Planfall die maximal zulässige Anzahl von 35 Überschreitungstagen deutlich eingehalten.

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

Immissionsort		Anzahl Tage mit PM ₁₀ -Tagesmittelwerten > 50 µg/m ³			
Nr.	Beschreibung	IGW	Prognosenullfall 2025	Planfall 2025	Differenz
1	Kölner Straße 135	35	9	10	+1
2	Kölner Straße 184	35	9	9	0
3	Kölner Straße 209	35	9	10	+1
4	Kölner Straße 233	35	11	11	0
5	Kölner Straße 256	35	8	8	0
6	Kölner Straße 270	35	8	8	0
7	Untergath 33	35	7	7	0
8	Untergath 38	35	7	7	0
9	Untergath 41	35	7	7	0
10	Untergath 53	35	7	7	0
11	Bäkerpfad 25 (Süd)	35	7	8	+1
12	Bäkerpfad 25 (Nord))	35	6	7	+1
13	Bäkerpfad 25 (Plangebiet)	35	6	7	+1
14	Plangebiet (Ost)	35	-	8	-
15	Plangebiet (Süd)	35	-	8	-

8.3 Feinstaub (PM_{2,5})

Die aus den Immissionsberechnungen für das Prognosejahr 2025 hervorgehenden PM_{2,5}-Jahresmittelwerte in einer Höhe von 1,5 m ü. Grund sind in Anlage 14 für den Prognosenullfall und in Anlage 15 für den Planfall dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.5 die berechneten PM_{2,5}-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Grenzwert zum PM_{2,5}-Jahresmittel von 25 µg/m³ in allen untersuchten Varianten mit einer maximalen Konzentration von 15,8 µg/m³ (Immissionsort 4 im

Planfall) deutlich eingehalten wird. Des Weiteren kann eine wesentliche Erhöhung der PM_{2,5}-Belastung durch die Realisierung des Planvorhabens ausgeschlossen werden. Für die Konzentrationsentwicklungen in den einzelnen Varianten gelten die gleichen generellen Aussagen wie für den PM₁₀-Jahresmittelwert (vgl. Kapitel 8.2). Auf eine detaillierte Ergebnisbesprechung wird daher an dieser Stelle verzichtet.

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

Immissionsort		Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Feinstaub (PM _{2,5})			
Nr.	Beschreibung	IGW JMW	Prognosenußfall 2025	Planfall 2025	Differenz
1	Kölner Straße 135	25	15,3	15,5	+0,2
2	Kölner Straße 184	25	15,3	15,4	+0,1
3	Kölner Straße 209	25	15,4	15,5	+0,1
4	Kölner Straße 233	25	15,8	15,8	0,0
5	Kölner Straße 256	25	15,1	15,1	0,0
6	Kölner Straße 270	25	14,9	15,0	+0,1
7	Untergath 33	25	14,8	14,8	0,0
8	Untergath 38	25	14,7	14,8	+0,1
9	Untergath 41	25	14,7	14,7	0,0
10	Untergath 53	25	14,7	14,7	0,0
11	Bäkerpfad 25 (Süd)	25	14,6	14,9	+0,3
12	Bäkerpfad 25 (Nord))	25	14,5	14,8	+0,3
13	Bäkerpfad 25 (Plangebiet)	25	14,5	14,8	+0,3
14	Plangebiet (Ost)	25	-	15,0	-
15	Plangebiet (Süd)	25	-	15,0	-

9 Zusammenfassung

Der Auftraggeber plant die Errichtung eines Innovations- und Technologiecampus (ITC) auf einem ca. 5 ha großen, überwiegend aus Freifläche bestehenden Areal im Krefelder Stadtteil Dießem/Lemheide. Die Planung sieht die Entwicklung der Fläche zum Gewerbestandort mit den Nutzungsbereichen Forschung, Lehre und Arbeit vor. Der Bebauungsplan (Nr. 840 „Untergath / westlich Bäckerpfad“) wird derzeit aufgestellt.

Im Flächennutzungsplan der Stadt Krefeld ist der nördliche Teil des Plangebiets als Gewerbegebiet und der südliche Teil als eine Kombination aus Industriegebiet, Grünfläche mit dem Nutzungszweck „Parkanlage“ und anbaufreier Zone dargestellt. Zur Umsetzung des Planvorhabens ist somit eine Änderung des Flächennutzungsplanes nötig. Dies soll in einem Parallelverfahren erfolgen.

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 mit Luftschadstoffausbreitungsberechnungen für die relevanten Luftschadstoffe Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) und Stickstoffdioxid (NO₂) erstellt.

Die Berechnungen wurden mit der aktuellen Version 6.3 des prognostischen Windfeld- und Ausbreitungsmodells MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell) durchgeführt.

Die Emissionen des Straßenverkehrs wurden auf Grundlage des aktuellen Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) in der Version 4.1 bestimmt.

Die so ermittelten Immissionen wurden mit den Grenzwerten der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) verglichen und beurteilt.

Als Prognosejahr für die zu untersuchenden Varianten wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber das Jahr 2025 als frühestmöglicher Realisierungszeitpunkt des gesamten Vorhabens verwendet.

Es wurden die Fälle

Prognosenullfall: Bebauung gemäß Bestand; Verkehrsmengen ohne Umsetzung des Planvorhabens; Emissionsfaktoren und Flottenzusammensetzung für das Jahr 2025

Planfall: Umgebungsbebauung gemäß Bestand; geplante Bebauung gemäß dem Vorabzug des Bebauungsplans Nr. 840 „Untergath / westlich Bäcker-

pfad“ [5]; Verkehrsmengen unter Berücksichtigung des Planvorhabens;
Emissionsfaktoren und Flottenzusammensetzung für das Jahr 2025

unter Berücksichtigung der großräumigen Hintergrundbelastung untersucht.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen zeigen, dass im Prognosenullfall die Grenzwerte der 39. BImSchV (Jahresmittelwerte NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$, Kurzzeitgrenzwerte für PM_{10} und NO_2) im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten werden. Die höchsten Schadstoffbelastungen treten auf dem zwischen Thomasstraße und Lerchenfeldstraße gelegenen Abschnitt der B 9 (Kölner Straße) und im Bereich der Kreuzung der B 57 (Obergath/Untergath) mit der B 9 (Kölner Straße) auf, was auf die hohen dortigen Verkehrsaufkommen, sowie, im ersteren Fall, auf eine aufgrund des engen Straßenquerschnitts und der dichten Randbebauung verminderte Belüftung zurückzuführen ist.

Im Vergleich zum Prognosenullfall steigen im Planfall die Verkehrsmengen und hiermit auch die freigesetzten Luftschadstoff-Emissionsmengen. Des Weiteren verändern sich durch die Plangebäude die Belüftungsverhältnisse.

Durch diese Veränderungen steigen die Luftschadstoffkonzentrationen entlang der Kölner Straße und der Untergath teilweise leicht an. Entlang des Bäckerpfads wird ein leichter bis mäßiger Anstieg prognostiziert.

Die in der 39. BImSchV definierten Grenzwerte (Jahresmittelwerte NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$, Kurzzeitgrenzwerte für PM_{10} und NO_2) werden auch nach Realisierung des Planvorhabens im gesamten Untersuchungsgebiet weiterhin deutlich eingehalten.

Eine wesentliche Erhöhung der Belastung des Untersuchungsgebietes mit NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ kommt durch die Realisierung des Planvorhabens nicht zustande.

Peutz Consult GmbH

i.V. Dipl.-Geogr. Björn Siebers
(fachliche Verantwortung)

M. Sc. Helena Röhling
(Projektbearbeitung)

Anlagenverzeichnis

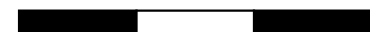
- Anlage 1 Übersichtslageplan der Bestandssituation
- Anlage 2 Übersichtslageplan der Plansituation
- Anlage 3 Emissionsansätze und Eingangsdaten im Prognosenullfall
- Anlage 4 Emissionsansätze und Eingangsdaten im Planfall
- Anlage 5 Übersicht der Eingangsdaten im Prognosenullfall
- Anlage 6 Übersicht der Eingangsdaten im Planfall
- Anlage 7 Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der DWD-Station 10400 Düsseldorf-Flughafen (2010-2019)
- Anlage 8 Jahresmittelwert der NO₂-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Prognosenullfall
- Anlage 9 Jahresmittelwert der NO₂-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Planfall
- Anlage 10 Jahresmittelwert der PM₁₀-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Prognosenullfall
- Anlage 11 Jahresmittelwert der PM₁₀-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Planfall
- Anlage 12 Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Prognosenullfall
- Anlage 13 Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Planfall
- Anlage 14 Jahresmittelwert der PM_{2,5}-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Prognosenullfall
- Anlage 15 Jahresmittelwert der PM_{2,5}-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Planfall

Anlage 1: Übersichtslageplan der Bestandssituation

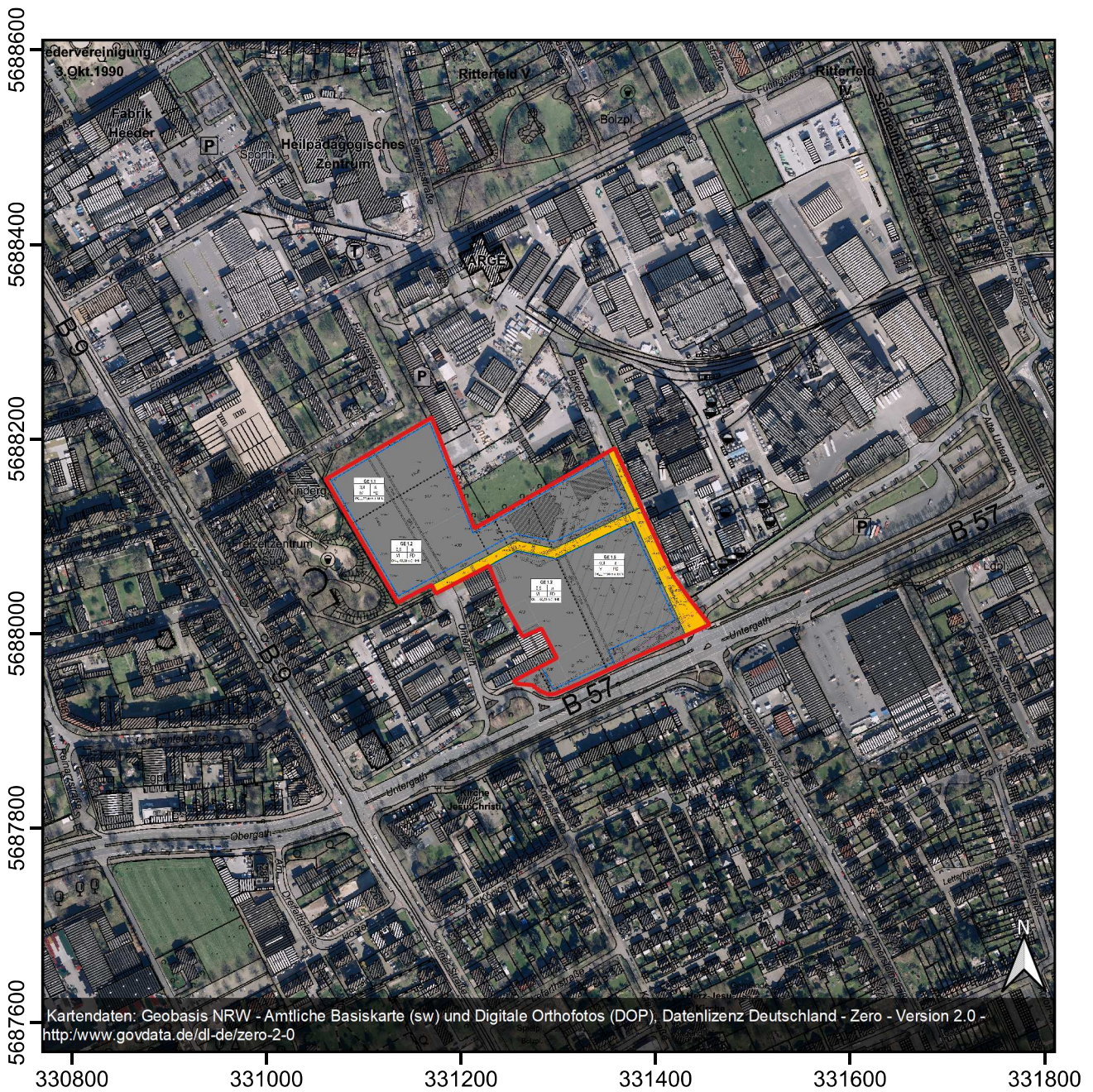


 Plangebiet

0 100 200 300 m

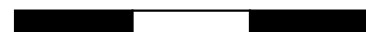


Anlage 2: Übersichtslageplan der Plansituation



 Plangebiet

0 100 200 300 m



Quer- schnitts- ID	Straßenname	DTV	Anteil sNFz	Anteil INFz	UWZ*	Verkehrssituation	Steigung	Anzahl Fahr- spuren	Typ Kaltstart	Typ Tagesgang	LOS1	LOS 2	LOS 3	LOS4	LOS5	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
[-]		[Kfz/24h]	[%]	[%]			[%]	[-]			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]
1	Obergath	24.020	4,5	5,0	nein	Agglomeration Fern-, Bundesstraße IO 70 km/h	± 0,6	4	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	5,251	1,159	0,428
2	Kölner Straße (Nord)	15.502	3,1	5,0	nein	Agglomeration Hauptverkehrsstraße IO 50 km/h	± 0,2	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	4,683	0,746	0,308
3	Kölner Straße (Süd)	12.056	2,9	5,0	nein	Agglomeration Hauptverkehrsstraße IO 50 km/h	± 0,4	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	3,376	0,533	0,237
4	Untergath (West)	25.276	4,3	5,0	nein	Agglomeration Fern-, Bundesstraße IO 70 km/h	± 0,9	4	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	5,542	1,204	0,447
5	Untergath (Ost)	25.276	4,3	5,0	nein	Agglomeration Fern-, Bundesstraße IO 70 km/h	± 0,0	4	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	5,335	1,205	0,447

* UWZ = Innerhalb Umweltzone (Ja/Nein)

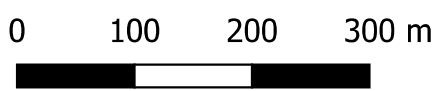
Quer- schnitts- ID	Straßenname	DTV	Anteil sNFz	Anteil INFz	UWZ*	Verkehrssituation	Steigung	Anzahl Fahr- spuren	Typ Kaltstart	Typ Tagesgang	LOS1	LOS 2	LOS 3	LOS4	LOS5	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
[-]		[Kfz/24h]	[%]	[%]			[%]	[-]			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]
1	Obergath	26.580	4,2	5,0	nein	Agglomeration Fern-, Bundesstraße IO 70 km/h	± 0,6	4	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	5,724	1,258	0,468
2	Kölner Straße (Nord)	16.418	3,0	5,0	nein	Agglomeration Hauptverkehrsstraße IO 50 km/h	± 0,2	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	4,923	0,784	0,325
3	Kölner Straße (Süd)	12.716	2,8	5,0	nein	Agglomeration Hauptverkehrsstraße IO 50 km/h	± 0,4	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	3,537	0,558	0,249
4	Untergath (West)	29.412	4,0	5,0	nein	Agglomeration Fern-, Bundesstraße IO 70 km/h	± 0,9	4	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	6,348	1,373	0,514
5	Untergath (Ost)	29.412	4,0	5,0	nein	Agglomeration Fern-, Bundesstraße IO 70 km/h	± 0,0	4	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	6,114	1,373	0,514
6	Bäkerpfad (Süd)	6.058	0,0	2,6	nein	Agglomeration Erschließungsstraße IO 50 km/h	± 2,4	2	commercial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	1,814	0,228	0,108
7	Bäkerpfad (Nord)	3.030	0,0	2,6	nein	Agglomeration Erschließungsstraße IO 50 km/h	± 0,0	2	commercial	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,759	0,110	0,051
8	Erschließungsstraße	3.030	0,0	2,6	nein	Agglomeration Erschließungsstraße IO 30 km/h	± 0,0	2	commercial	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,680	0,098	0,053

* UWZ = Innerhalb Umweltzone (Ja/Nein)

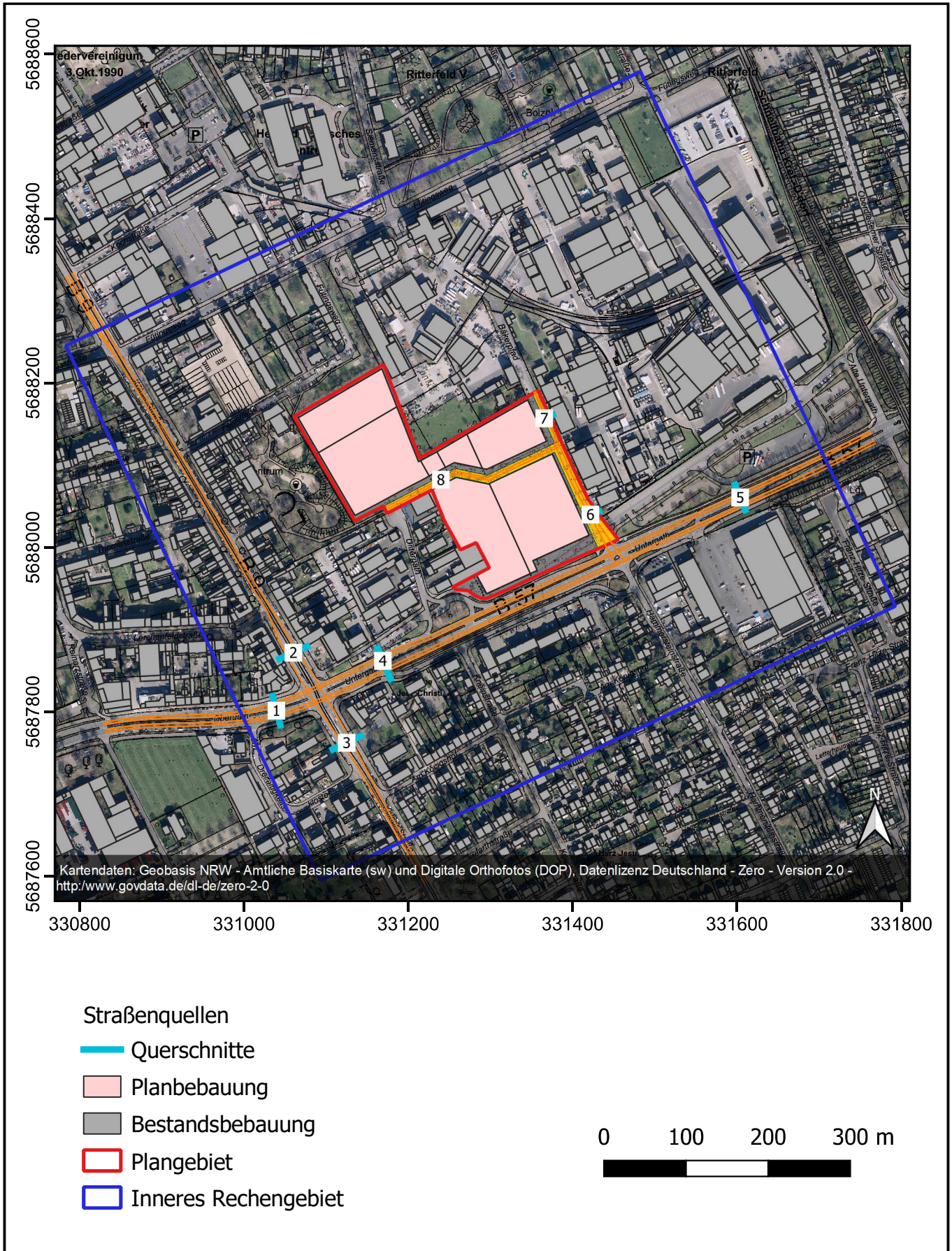
Anlage 5: Übersicht der Eingangsdaten im Prognosenullfall

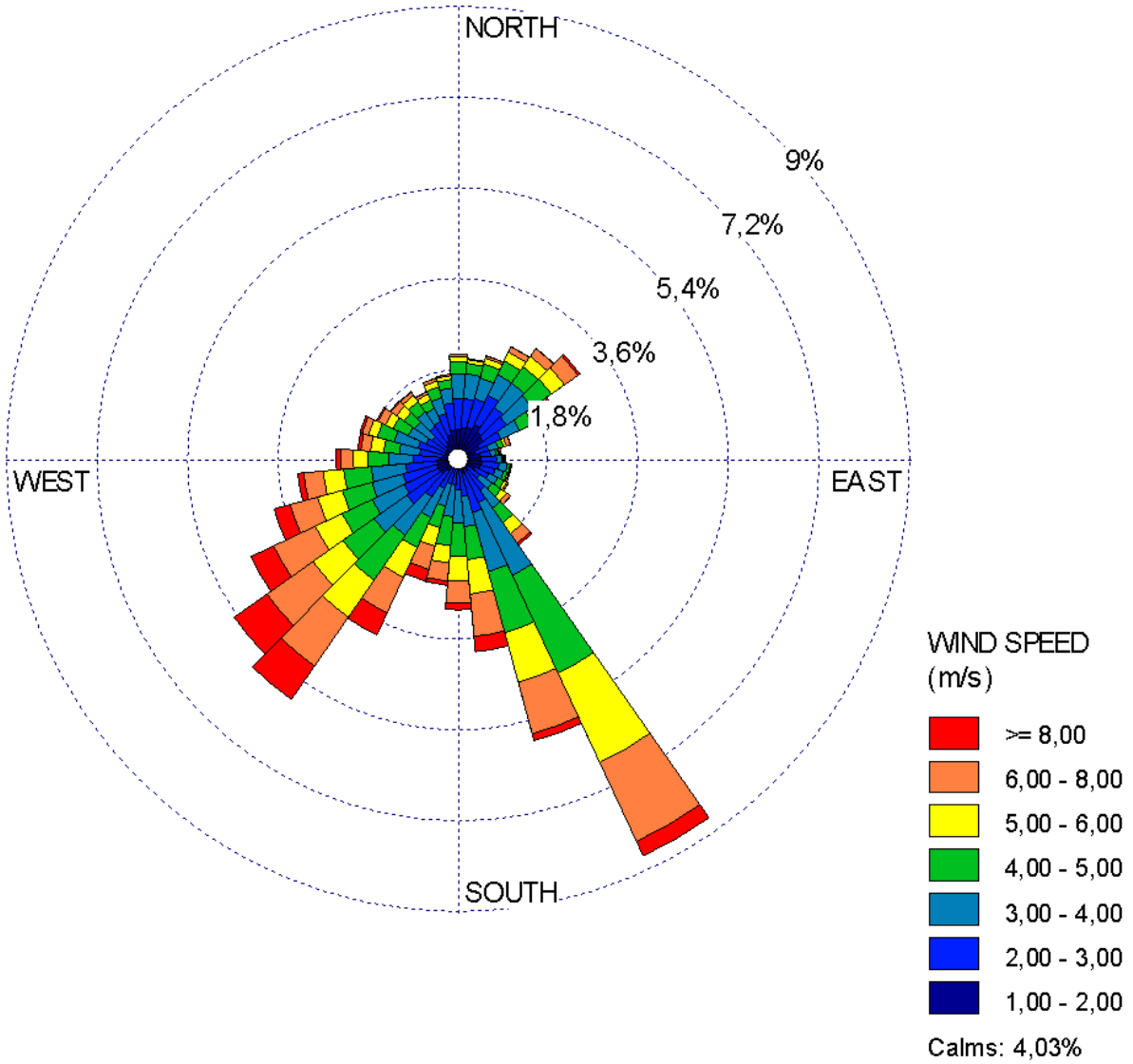


- Straßenquellen
- Querschnitte
- Bestandsbebauung
- Plangebiet
- Inneres Rechengebiet

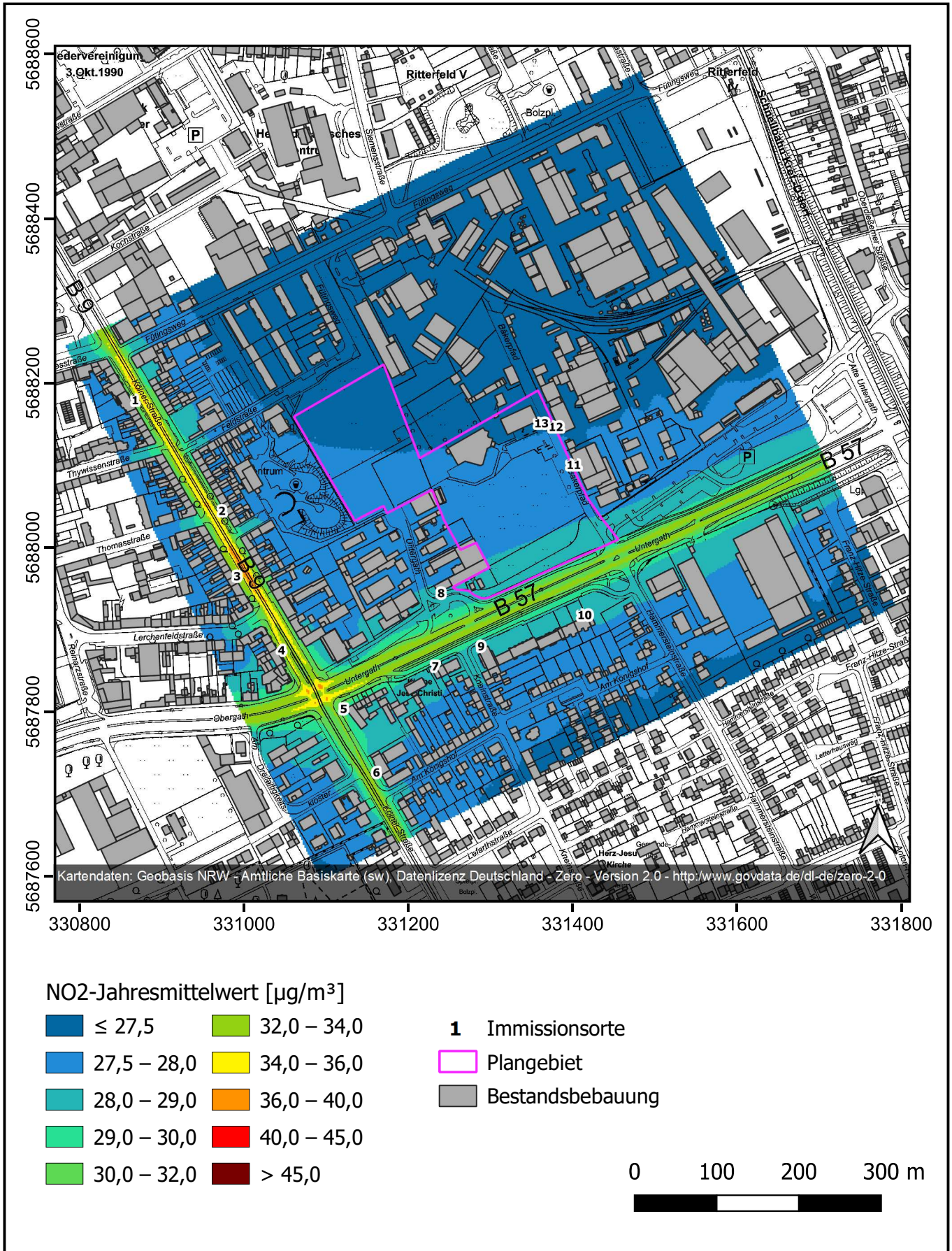


Anlage 6: Übersicht der Eingangsdaten im Planfall

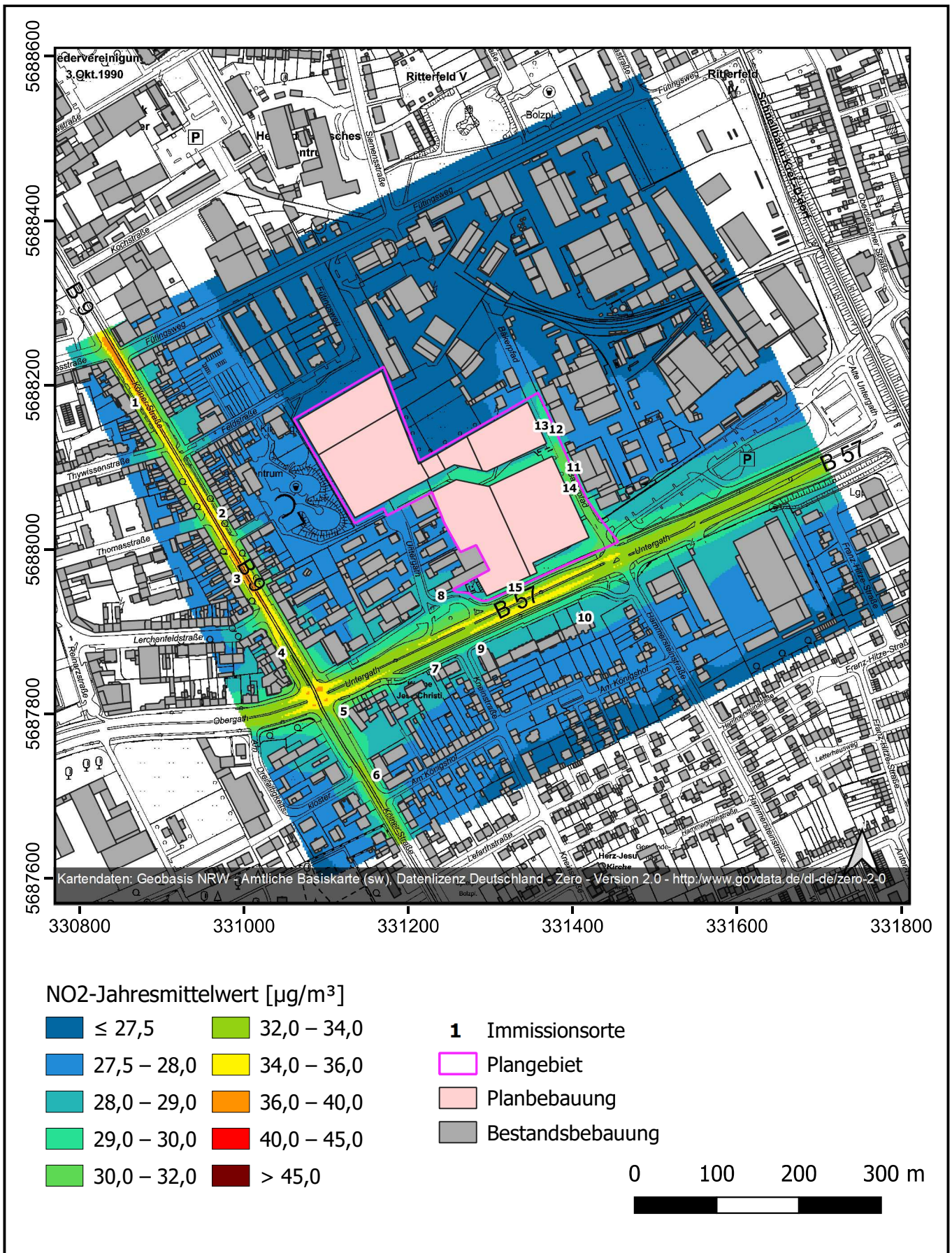




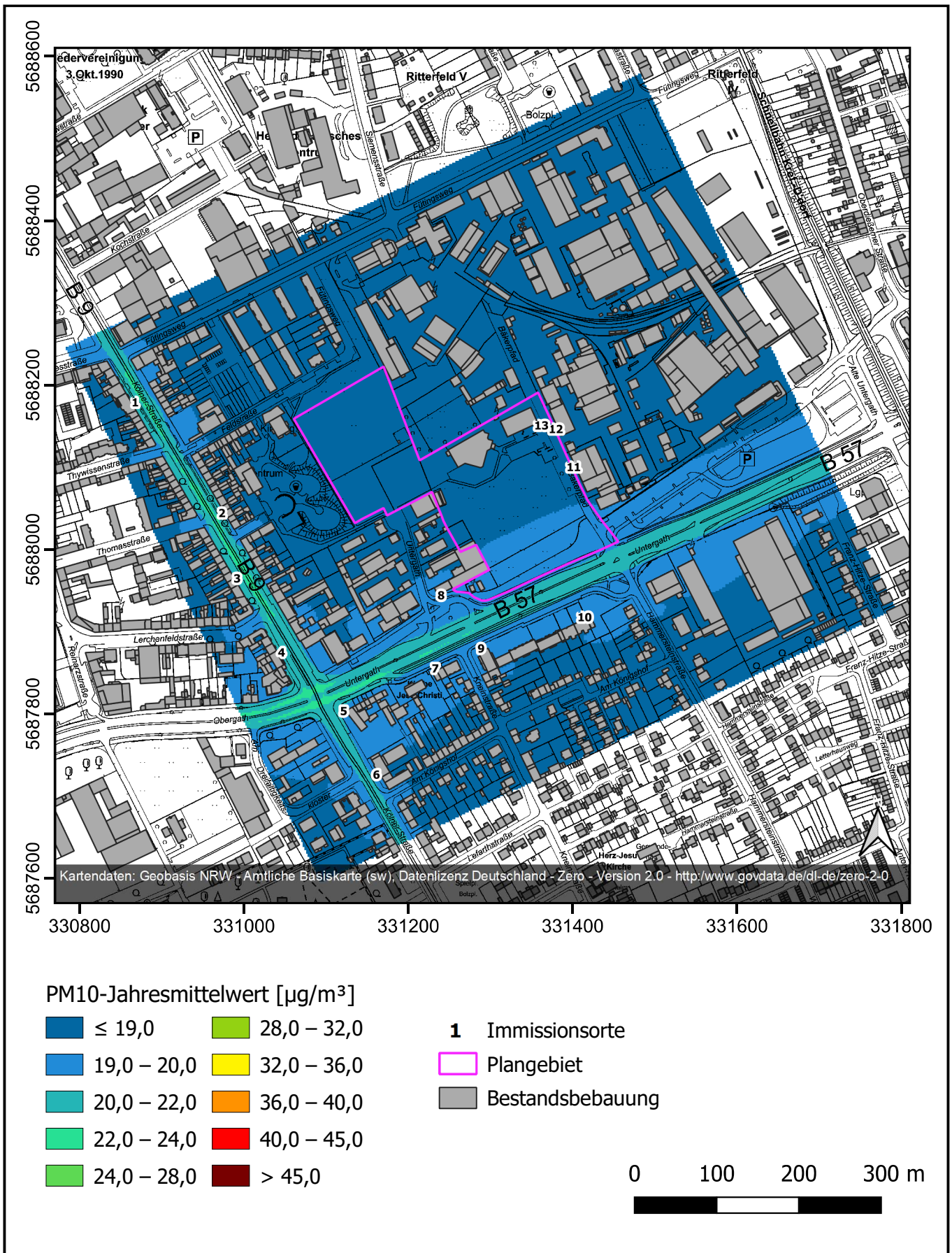
Anlage 8: Jahresmittelwert der NO₂-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Prognosenullfall
 Bezugsjahr: 2025
 Grenzwert der 39. BImSchV: 40 µg/m³



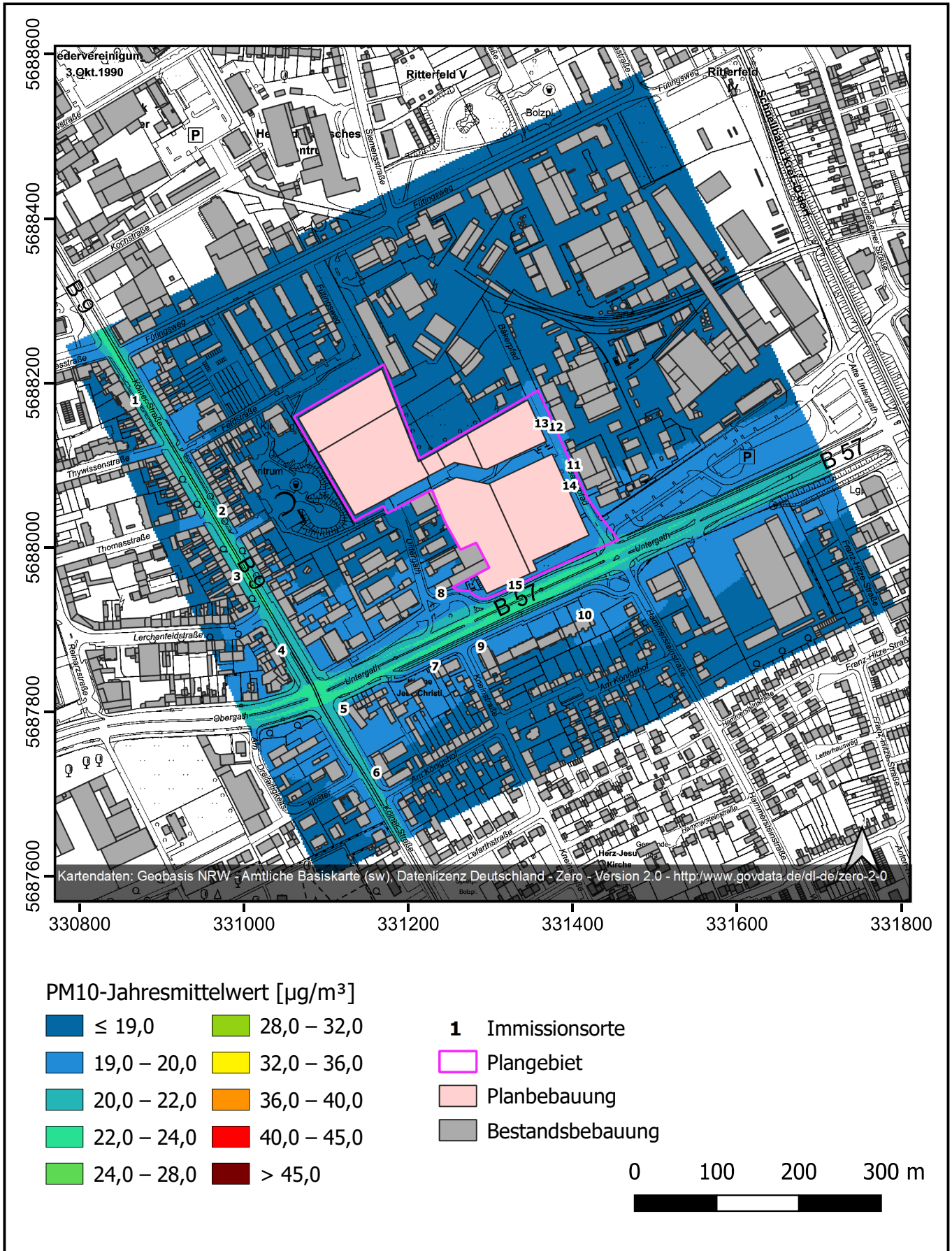
Anlage 9: Jahresmittelwert der NO₂-Immissionen in einer Auswerte Höhe von 1,5 m über Grund im Planfall
 Bezugsjahr: 2025
 Grenzwert der 39. BImSchV: 40 µg/m³



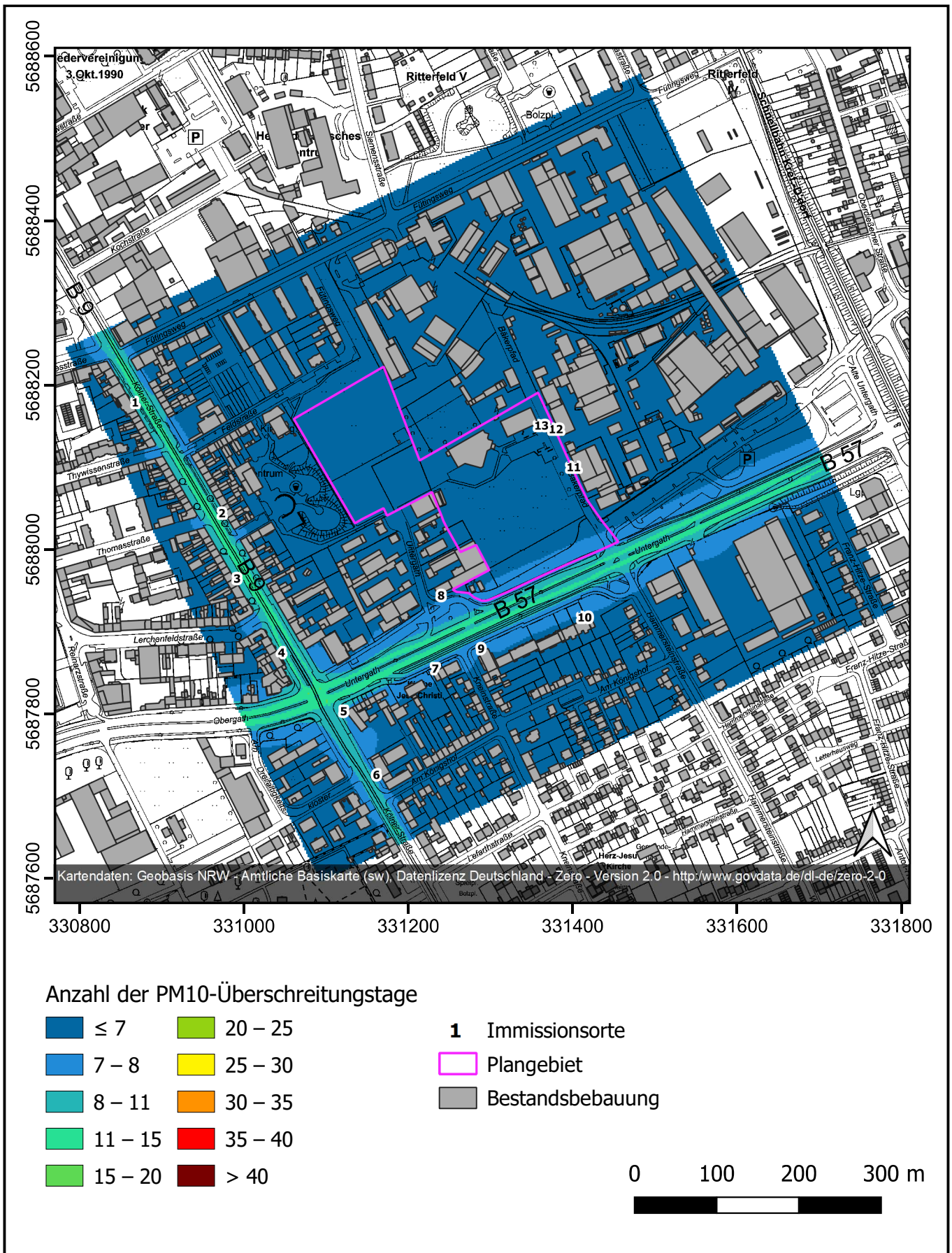
Anlage 10: Jahresmittelwert der PM10-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Prognosenullfall
 Bezugsjahr: 2025
 Grenzwert der 39. BImSchV: 40 µg/m³



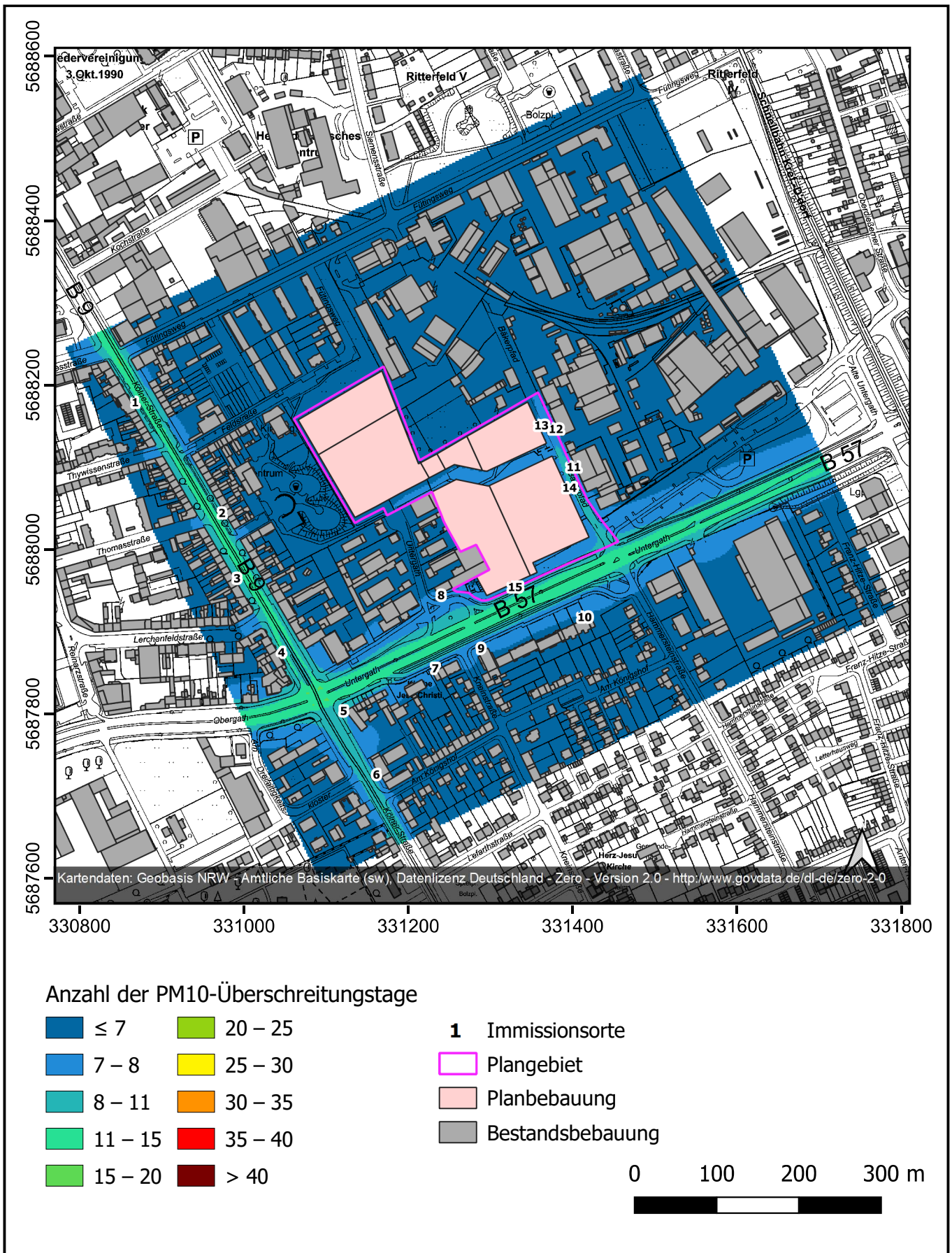
Anlage 11: Jahresmittelwert der PM10-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Planfall
 Bezugsjahr: 2025
 Grenzwert der 39. BImSchV: 40 µg/m³



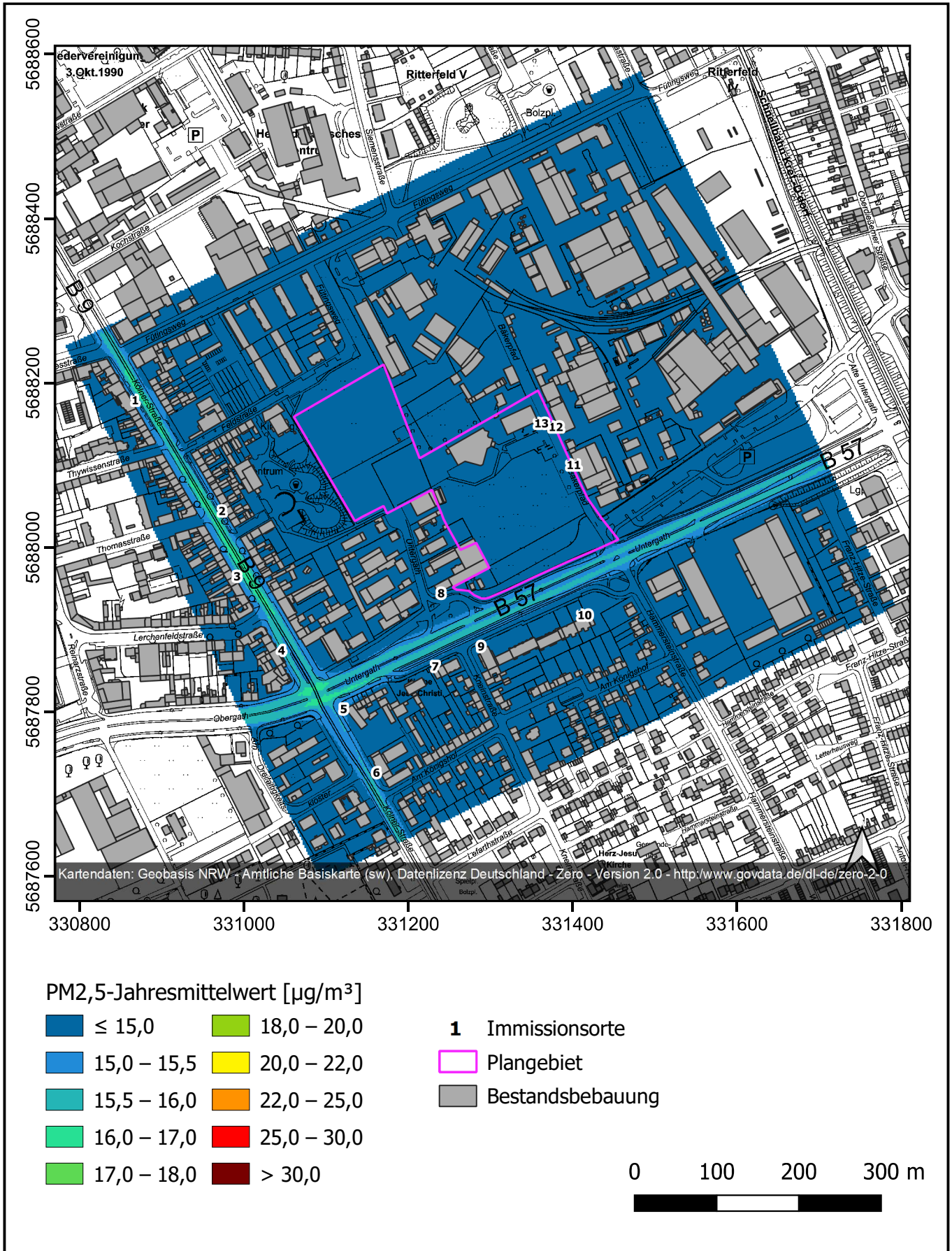
Anlage 12: Anzahl der PM10-Überschreitungstage in einer Auswerthöhe von 1,5 m über Grund im Prognosenullfall
 Bezugsjahr: 2025
 Grenzwert der 39. BImSchV: 35 Tage



Anlage 13: Anzahl der PM10-Überschreitungstage in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Planfall
 Bezugsjahr: 2025
 Grenzwert der 39. BImSchV: 35 Tage



Anlage 14: Jahresmittelwert der PM_{2,5}-Immissionen in einer Auswerthöhe von 1,5 m über Grund im Prognosenullfall
 Bezugsjahr: 2025
 Grenzwert der 39. BImSchV: 25 µg/m³



Anlage 15: Jahresmittelwert der PM_{2,5}-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Planfall
 Bezugsjahr: 2025
 Grenzwert der 39. BImSchV: 25 µg/m³

