



Luftschadstoffuntersuchung zum Bebauungsplan 63460/05 "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld



Luftschadstoffuntersuchung zum Bebauungsplan 63460/05 "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 70 Seiten, davon 49 Seiten Text und 21 Seiten Anlagen.

Auftraggeber: PANDION XI GmbH & Co. KG
Niederstraße 18
40789 Monheim

Berichtsnummer: VL 8321-9.2
Datum: 13.02.2026

Referenz: BS/OS
Ansprechperson: Oliver Streuber
0231 / 725 499 110
oliver.streuber@peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	6
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien	8
3	Örtliche Gegebenheiten	14
4	Beurteilungsgrundlagen	15
4.1	Immissionsgrenzwerte gemäß 39. BImSchV	15
4.2	Novellierung der EU-Luftqualitätsrichtlinien	16
5	Rechenmethodik / Modellbeschreibung	18
6	Eingangsdaten	19
6.1	Gebäudemodell	19
6.2	Digitales Geländemodell	19
6.3	Emissionen des Straßenverkehrs	19
6.3.1	Verkehrsdaten	20
6.3.2	Verkehrssituation und Störungsgrad	20
6.3.3	Flottenzusammensetzung	22
6.3.4	Längsneigung	23
6.3.5	Kaltstartzuschläge	23
6.3.6	Ergebnisse der Emissionsberechnung	24
6.4	Emissionen der DB-Strecken	24
6.5	Hintergrundbelastung	25
6.6	Meteorologie	26
7	Durchführung der Immissionsprognose	28
7.1	Vorgehensweise Bildung NO ₂ -Gesamtbelastung	28
7.2	Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen gemäß der 39. BImSchV	29
7.3	Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen gemäß EU-Richtlinie 2024/2881	30
7.3.1	Kurzzeitgrenzwerte Stickstoffdioxid (NO ₂)	30
7.3.2	Kurzzeitgrenzwert Feinstaub (PM ₁₀)	32
7.3.3	Kurzzeitgrenzwert Feinstaub (PM _{2,5})	33

8	Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen	35
8.1	Beurteilung der Gesamtbelastung nach der 39. BImSchV	35
8.1.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	35
8.1.2	Feinstaub (PM ₁₀)	38
8.1.3	Feinstaub (PM _{2,5})	40
8.1.4	Zusammenfassende Beurteilung nach der 39. BImSchV	41
8.2	Beurteilung gemäß verschärfter Grenzwerte nach EU-Richtlinie 2024/2881	41
8.2.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	42
8.2.2	Feinstaub (PM ₁₀)	43
8.2.3	Feinstaub (PM _{2,5})	44
9	Zusammenfassung	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1:	Auszug Immissionsgrenzwerte (fett gedruckt) der verkehrsrelevanten Luftschadstoffe gemäß 39. BImSchV [7]	15
Tabelle 4.2:	Immissionsgrenzwerte gemäß der aktualisierten EU-Richtlinie 2024/2881 ab 2030 [8]	16
Tabelle 6.1:	Verkehrssituation gemäß HBEFA 4.2 [3]	22
Tabelle 6.2:	Luftschadstoffemissionen der DB-Strecken 2613, 2622 und 2600 innerhalb des Untersuchungsgebiets	25
Tabelle 6.3:	Herleitung der Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet für die Jahre 2029 und 2035 anhand Kenngrößen gemessener Schadstoffkonzentrationen der LUQS-Messstation Köln-Chorweiler und Köln-Rodenkirchen [5][6][38]	26
Tabelle 8.1:	Gegenüberstellung der Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (NO ₂) im Null- und Planfall im Jahr 2029	35
Tabelle 8.2:	Überschreitungswahrscheinlichkeiten des Auftretens von mehr als 18 Stunden mit einem 1-h Mittelwert Stickstoffdioxid (NO ₂) oberhalb von 200 µg/m ³	37
Tabelle 8.3:	Gegenüberstellung der Jahresmittelwerte Feinstaub (PM ₁₀) im Null- und Planfall im Jahr 2029	38
Tabelle 8.4:	Anzahl der Tage im Jahr mit einem PM ₁₀ -Tagesmittelwert >50 µg/m ³	39
Tabelle 8.5:	Gegenüberstellung der Jahresmittelwerte Feinstaub (PM _{2,5}) im Null- und Planfall im Jahr 2029	40

Tabelle 8.6:	Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (NO ₂) im Planfall für das Jahr 2035	42
Tabelle 8.7:	Jahresmittelwerte Feinstaub (PM ₁₀) im Planfall für das Jahr 2035	43
Tabelle 8.8:	Jahresmittelwerte Feinstaub (PM _{2,5}) im Planfall für das Jahr 2035	44

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6.1:	Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der LUQS-Station Köln-Chorweiler der Jahre 2013 bis 2022 [37]	27
Abbildung 7.1:	Überschreitungshäufigkeit des NO ₂ -Stundengrenzwertes in Abhängigkeit des gemessenen Jahresmittelwertes	31
Abbildung 7.2:	Überschreitungshäufigkeit des Grenzwertes zum NO ₂ -Tagesmittelwertes in Abhängigkeit des gemessenen Jahresmittelwertes	32
Abbildung 7.3:	Überschreitungshäufigkeit des Grenzwertes zum PM ₁₀ -Tagesmittelwert in Abhängigkeit des gemessenen PM ₁₀ Jahresmittelwertes	33
Abbildung 7.4:	Überschreitungshäufigkeit des Grenzwertes zum PM _{2,5} -Tagesmittelwert in Abhängigkeit des gemessenen PM _{2,5} Jahresmittelwertes	34

1 Situation und Aufgabenstellung

Auf dem ehemaligen Max Becker-/RheinEnergie-Gelände nördlich der Widdersdorfer Straße in Köln-Ehrenfeld soll ein Quartier mit Wohnnutzungen, Büronutzungen, Kindertagesstätten, einer Schule und kulturellen Nutzungen entwickelt werden. Hierzu wird der Bebauungsplan 63460/05 "Max-Becker-Areal" aufgestellt. Die Anlage 1.1 zeigt einen Bebauungsplanentwurf [1].

Zur Beurteilung der zu erwartenden Luftqualität im Plangebiet sowie der Auswirkung des Planvorhabens auf die lufthygienische Belastungssituation in dessen Umfeld wird eine lufthygienische Untersuchung mit Luftschadstoffausbreitungsberechnungen für die kritischen Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) durchgeführt.

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

Die Kfz-bedingten Emissionen werden auf Grundlage der aktuellen Version des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) 4.2 [3] berechnet.

Die Emissionen des Schienenverkehrs im Untersuchungsgebiet werden aus Daten [4], die durch das Umweltzentrum der Deutschen Bahn (DB) zur Verfügung gestellt wurden, abgeleitet.

Die Hintergrundbelastung im Plangebiet wird anhand von Messwerten umliegender Hintergrundmessstationen [5], [6] ermittelt.

Die berechneten Immissionen werden mit den Grenzwerten der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) [7] verglichen und beurteilt. Ferner erfolgt eine Beurteilung der Berechnungsergebnisse gemäß der verschärften Grenzwerte der Neufassung der EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [8], welche bis Dezember 2026 in nationales Recht umgesetzt sein muss. Es ist davon auszugehen, dass dies über eine Novellierung der noch geltenden 39. BImSchV [7] erfolgt.

Die Konzentrationen weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich, wie zum Beispiel Benzol (C₆H₆), Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenmonoxid (CO) liegen heute aufgrund der bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen auch an höchst belasteten "Hot Spots" deutlich unterhalb der geltenden gesundheitsbezogenen Grenz- und Richtwerte. Sie werden daher in der folgenden Untersuchung nicht betrachtet.

Gemäß Angaben des Auftraggebers ist mit der Fertigstellung der 1. Bauabschnittes Ende 2028 zu rechnen. Aufgrund der Größe des Plangebietes wird der Realisierungszeitraum für das Gesamtvorhaben auf den Zeitraum zwischen den Jahren 2030 und 2040 abgeschätzt.

Als Prognosejahre für die zu untersuchenden Varianten wird in Abstimmung mit dem Auftraggeber und dem Umweltamt der Stadt Köln das Jahr 2029 für die Berechnungen zum Nullfall und Planfall für den Vergleich mit den geltenden Grenzwerten der 39. BImSchV [7] und das Jahr 2035 für einen Planfall zum Vergleich mit den ab 2030 geltenden Grenzwerten gemäß der Neufassung der EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [8] verwendet.

Es werden die folgenden Szenarien untersucht:

Nullfall 2029:

- Derzeitige Bebauungssituation und Bebauung gemäß rechtskräftiger Bebauungspläne im Umfeld [10]
- Verkehrsmengen gemäß dem Szenario "Nullfall 2040" [9]
- Emissionsfaktoren für das Jahr 2029

Planfall 2029:

- Bebauungssituation wie im Nullfall zuzüglich der Realisierung des Planvorhabens "Max-Becker-Areal" gemäß dem aktuellen Bebauungsplanentwurf [1]
- Verkehrsmengen gemäß dem Szenario "Planfall 2040" [9]
- Emissionsfaktoren für das Jahr 2029

Planfall 2035:

- Bebauungssituation wie im Nullfall zuzüglich der Realisierung des Planvorhabens "Max-Becker-Areal" gemäß dem aktuellen Bebauungsplanentwurf [1]
- Verkehrsmengen gemäß dem Szenario "Planfall 2040" [9]
- Emissionsfaktoren für das Jahr 2035

Der vorliegende Bericht berücksichtigt den aktuellen Bebauungsplanentwurf [1] sowie aktuelle Verkehrsmengen [9] und ersetzt den Bericht VL 8321-9.1 der Peutz Consult GmbH vom 01.08.2025 [46].

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[1] Bebauungsplan 63460/05 "Max-Becker-Areal"	Stadt Köln	P.	Stand: 20.06.2025
[2] MISKAM Handbuch Version 6	giese-eichhorn – umweltmeteorologische Software	Lit.	2011
[3] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	23.02.2022
[4] Luftschadstoffemissionsdaten (Fahrplan 2021) der DB-Strecken 2613, 2622 und 2600 innerhalb des Untersuchungsgebietes	DB Umweltzentrum Berlin	P.	Eingang: 19.02.2024
[5] EU-Jahreskenngößen und Ozon-Kenngößen der LUQS-Messstationen Köln-Chorweiler und Köln-Rodenkirchen des LANUV NRW für die Jahre 2022 – 2024	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK) https://www.opengeo-data.nrw.de/produkte/umwelt_klima/luftqualitaet/luqs/eu_jahreskenngroessen/	Lit.	Abrufdatum: Januar 2025
[6] Monatsmittelwerte NO der LUQS-Messstationen Köln-Chorweiler und Köln-Rodenkirchen des LANUV NRW für die Jahre 2022 – 2024	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK) https://www.opengeo-data.nrw.de/produkte/umwelt_klima/luftqualitaet/luqs/konti_monatsberichte/	Lit.	Abrufdatum: Januar 2025
[7] 39. BImSchV 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen	Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil I Nr. 40 vom 05.08.2010, Seite 1065 ff.	V.	August 2010
[8] Richtlinie (EU) 2024/2881 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2024 über Luftqualität und saubere Luft in Europa (Neufassung)	Amtsblatt der Europäischen Union DE Reihe L https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402881	RIL.	20.11.2024

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[9] Verkehrsuntersuchung zum B-Plan Max-Becker-Areal, Köln-Ehrenfeld - Zusammenstellung von DTV-Werten für lärm- und lufttechnische Berechnungen	Bernard Gruppe	Lit.	Stand: 13.01.2026
[10] Bebauungspläne der Stadt Köln	Kölner Bebauungspläne https://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/planen-bauen/bebauungsplaene/suche/index.html	P	Diverse Jahre
[11] EG-Richtlinie 96/62/EG EG-Richtlinie über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 296 vom 21.11.1996, Seite 55	V.	September 1996
[12] EG-Richtlinie 1999/30/EG EG-Richtlinie über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (1. Tochterrichtlinie)	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 163 vom 29.06.1999, Seite 41, geändert durch Entscheidung 2001/744/EG vom 17.10.2011	V.	April 1999
[13] EG-Richtlinie 2000/69/EG EG-Richtlinie über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (2.Tochterrichtlinie)	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 313 vom 13.12.2000, Seite 12	V.	November 2000
[14] EG-Richtlinie 2002/3/EG EG-Richtlinie über den Ozon-gehalt in der Luft (3.Tochterrichtlinie)	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 67 vom 09.03.2002, Seite 14	V.	März 2002
[15] EG-Richtlinie 2004/107/EG EG-Richtlinie über Arsen, Cadmium, 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.	Januar 2005
[16] EG-Richtlinie 2008/50/EG EG-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 152 vom 11.06.2008	V.	06.03.2007, zuletzt geändert am 19.07.2010
[17] Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe	Europäische Kommission: https://environment.ec.europa.eu/publications/revision-eu-ambient-air-quality-legislation_en	RIL.	26.10.2022

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[18] Globale Luftgüteleitlinien der WHO: Feinstaubpartikel (PM _{2,5} und PM ₁₀), Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid, Zusammenfassung	WHO – Weltgesundheitsorganisation	Lit.	24.10.2021
[19] VDI 3783, Blatt 9 Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle – Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung	Verein Deutscher Ingenieure, Fachbereich Umweltmeteorologie	RIL.	Mai 2017
[20] 3D-Gebäudemodell LoD2 (CityGML) des Untersuchungsgebietes	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: https://www.geoportal.nrw/	P.	Abrufdatum: Dezember 2024
[21] Digitale Orthofotos des Untersuchungsgebietes	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: https://www.geoportal.nrw/	P.	Abrufdatum: Dezember 2024
[22] Digitales Geländemodell NW Gitterweite 1 m des Untersuchungsgebietes	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: https://www.geoportal.nrw/	P.	Abrufdatum: Dezember 2024
[23] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021	Bundesministerium des Inneren für Bau und Heimat	VV.	14.09.2021
[24] Handbuch IMMI-Sem/luft/lärm zur Version 9	IVU Umwelt GmbH	Lit.	Mai 2022
[25] PC-Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung RLuS 2023 (Handbuch mit Hintergrundinformationen, Version 3.0.7)	IVU Umwelt GmbH	Lit.	September 2023

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[26] Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG (Text von Bedeutung für den EWR), ABI, L 344 vom 17.12.2016, S. 1-3	Amtsblatt der Europäischen Union	RIL.	17.12.2016
[27] Karte der Umweltzone Köln	Stadt Köln https://www.stadt-koeln.de/mediaasset/content/pdf57/57__708_karte_erweiterung_umweltzone.pdf	P.	Stand: September 2019
[28] VDI 3782, Blatt 7 Kfz-Emissionsbestimmung	Verein Deutscher Ingenieure, Fachbereich Umweltmeteorologie	RIL.	Mai 2020
[29] Effects of traffic-generated turbulence on near-field dispersion	Sedefian et al. Atmospheric Environment Band 15, Ausgabe 4, S. 527 – 536	Lit.	1981
[30] Parkplatzlärmstudie Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen	Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 6. überarbeitete Auflage	Lit.	August 2007
[31] Modellsystem zur Berechnung des Abriebs und anderer luftgetragener Schadstoffe des Schienenverkehrs	Immissionsschutz 4, S. 169 – 175	Lit.	Dezember 2007
[32] Modelling of PM ₁₀ and PM _{2.5} ambient concentrations in Switzerland 2000 and 2010	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft	Lit.	2003
[33] Messorte der Luftqualitätsüberwachung in NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK) https://luftqualitaet.nrw.de/messstellen.php	Lit.	Abrufdatum: Januar 2025

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[34] EU-Jahreskenngößen der LUQS-Messstationen des LANUV NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK) https://www.opengeo-data.nrw.de/produkte/umwelt_klima/luftqualitaet/luqs/eu_jahreskenngroessen/	Lit.	2012 - 2024
[35] Luftqualität in Hamburg – Jahresdaten 2020 bis 2024	Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft - Amt für Immissionsschutz und Abfallwirtschaft	Lit.	2020 – 2024
[36] Berichte aus dem Luftmessnetz Bremen	Luftmessnetz Bremen https://umwelt.bremen.de/umwelt/luft/luftmessnetz/jahresberichte-luftmessnetz-bremen-45053	Lit.	2010 - 2024
[37] Jahreskenngößen der BLUME-Messstationen in Berlin für die Jahre 2010 - 2022	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Abteilung integrativer Umweltschutz	Lit.	2010 - 2024
[38] Vorläufige Jahresmittelwerte 2024 der Feinstaub (PM ₁₀ , PM _{2,5}) – und Stickstoffdioxid (NO ₂) - Konzentrationen	Pressemitteilung der LANUV NRW "40 Jahre nach dem größten Smog-Alarm: Luftqualität in Nordrhein-Westfalen wird immer besser"	Lit.	16.01.2025
[39] Erste Auswertungen zur Luftqualität 2025 - Feinstaub- und Stickstoffdioxid-Messwerte in Nordrhein-Westfalen etwa auf Vorjahresniveau	Pressemitteilung des LANUK NRW https://www.lanuk.nrw.de/article/erste-auswertungen-zur-luftqualitaet-2025 https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/Tabelle_Konti_2025.pdf	Lit.	23.01.2026
[40] Fortschreibung RLU S Forschungsprojekt 02.0375 der Bundesanstalt für Straßenwesen	Bundesanstalt für Straßenwesen	Lit.	13.03.2023
[41] Zeitreihe der Windrichtung und -geschwindigkeit der Jahre 2013 – 2022 der LANUV-Station Köln-Chorweiler	Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/historical	Lit.	Abrufdatum: Dezember 2024

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[42] Merkblatt Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe	Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung	Lit.	Oktober 2014
[43] A new simplified NO/NO ₂ conversion model under consideration of direct NO ₂ -emissions	Düring, I. Bächlin, W. Ketzler, M. et al. In: Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20, No. 1, 067-073	Lit.	Februar 2011
[44] Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid, UF-OPLAN 20442 222	Diegmann, V. et al.	Lit.	2006
[45] Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz, Anwendung, 3. Teilbericht	IVU Umwelt GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamt	Lit.	Juli 2002
[46] Luftschadstoffuntersuchung zum Bebauungsplanverfahren "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld	Bericht VL 8321-9.1 der Peutz Consult GmbH	Lit.	01.08.2025

Kategorien:

G: Gesetz

V: Verordnung

VV: Verwaltungsvorschrift

RdErl.: Runderlass

N: Norm

RIL: Richtlinie

Lit: Buch, Aufsatz, Berichtigung

P: Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten

Das Max-Becker-Areal, das bis zum Jahr 2022 durch das Rohstoffverwertungsunternehmen Max Becker als Betriebsgelände für Schrottreycling genutzt wurde, soll zusammen mit dem angrenzenden Grundstück der RheinEnergie AG in Köln-Ehrenfeld zu einem neuen Stadtquartier entwickelt werden. Das Plangrundstück reicht in Richtung Westen bis zur Vitalisstraße und in Richtung Osten bis zur Oskar-Jäger-Straße.

Im Norden des Grundstücks verläuft in Hochlage die Bahnlinie Köln-Aachen, die südliche Abgrenzung bildet die Widdersdorfer Straße 194 – 208 mit der Grundstückszufahrt. Im Westen des RheinEnergie-Areals verläuft der Maarweg. Östlich, südlich und westlich grenzen Gewerbebetriebe an das Areal an. Nördlich des Bahndamms wird derzeit der Bebauungsplan Nr. 63469/07 „Ehemaliger Güterbahnhof in Köln - Ehrenfeld“ [10] umgesetzt. Dieser wird, wie auch der vorhabenbezogene Bebauungsplan Entwurf 63457/03 [10] an der Alsdorfer Straße südlich des Plangebiets, in Rahmen der vorliegenden Untersuchung als realisiert angenommen.

Darüber hinaus ist im südlichen Plangebiet Bestandsbebauung vorhanden, die mit Ausnahme der Arbeitervilla an der Widdersdorfer Straße und des Uhrenhauses abgebrochen werden soll.

In dem zukünftigen Quartier sollen verschiedene Nutzungen wie Wohnen, Gewerbe, Kultur, Kindergärten und eine Schule, Nahversorgung, Gastronomie, öffentliche Grün-, Spiel-, und Sportflächen sowie moderne Anlagen zur Energieversorgung untergebracht werden. Die geplante Bebauung ist mit durchschnittlich 4 bis 6 Vollgeschossen angesetzt. Staffelgeschosse und bauliche Akzente sind mit bis zu 9 Geschossen vorgesehen.

Im nördlichen Teil des Plangebiets sollen eine relativ dichte Bebauung mit Wohn- und Bürogebäuden sowie eine Grundschule realisiert werden. Aus schallschutztechnischen Gründen sind die Plangebäude entlang des Bahndamms durch lückenschließende Lärmschutzwände mit offenen Durchwegungen miteinander verbunden. Für den zentralen Bereich ist die Anlegung eines Quartiersparks vorgesehen, welcher hauptsächlich durch Wohngebäude umschlossen wird.

Die Anlage 1.1 zeigt den aktuellen Bebauungsplanentwurf [1].

Übersichten der örtlichen Gegebenheiten sind für den Nullfall in Anlage 1.2 und für die Planfälle in Anlage 1.3 dargestellt.

4 Beurteilungsgrundlagen

Grundlage der Bewertung bildet ein Vergleich der prognostizierten Schadstoffimmissionen für verschiedene Luftschadstoffe mit den vom Gesetzgeber festgelegten Immissionsgrenzwerten gemäß 39. BImSchV [7]. Ferner erfolgt ein Ausblick auf ab dem Jahr 2030 [8] angestrebte Grenzwertverschärfungen.

4.1 Immissionsgrenzwerte gemäß 39. BImSchV

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 [11]. Die darin beschriebenen Ziele und Prinzipien werden in vier "Tochterrichtlinien" [12] – [15] präzisiert.

Seit dem 11.06.2008 sind die Luftqualitätsrahmenrichtlinie [11] und die ersten drei Tochterrichtlinien [12] – [14] zur "Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa" [16] zusammengefasst worden. Hierin wurden die bisherigen Immissionsgrenzwerte bestätigt und ein neuer Zielwert für Feinstaub (PM_{2,5}) eingeführt.

Mit Einführung der 39. BImSchV [7] am 02.08.2010 erfolgte schließlich die Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht.

Die verkehrsrelevanten Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV sind als Auszug in Tabelle 4.1 aufgeführt.

Tabelle 4.1: Auszug Immissionsgrenzwerte (**fett gedruckt**) der verkehrsrelevanten Luftschadstoffe gemäß 39. BImSchV [7]

Luftschadstoff [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}
Typ		IGW, JMW	IGW, SMW	IGW, JMW	IGW, TMW	IGW, JMW
Ab 2015	Grenzwert	40	200	40	50	25
	Zul. Überschreitungen pro Jahr	keine	18	keine	35	keine

IGW: Immissionsgrenzwert bei 293 K, 101,3 kPa; **JMW:** Jahresmittelwert; **TMW:** Tagesmittelwert; **SMW:** Stundenmittelwert

Die zulässigen 35 Überschreitungstage des Tagesmittelwertes für PM₁₀ von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechen in etwa einem 90-Perzentil-Wert von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die zulässigen 18 Überschreitungen pro Kalenderjahr des maximalen Stundenwertes von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO₂ entsprechen in etwa dem 99,8-Perzentil-Wert von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden dabei gemäß Anlage 3 Punkt A.2.c [7] 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"

4.2 Novellierung der EU-Luftqualitätsrichtlinien

Die Europäische Kommission hat am 26.10.2022 ihre Vorschläge zur Novellierung der EU-Luftqualitätsrichtlinien vorgestellt [17]. Am 14.10.2024 hat der Rat der Europäischen Union der novellierten Luftqualitätsrichtlinie [8] zugestimmt und damit den Gesetzgebungsprozess auf europäischer Ebene abgeschlossen. Die Richtlinie wurde am 20.11.2024 im Amtsblatt der EU veröffentlicht [8] und ist am zwanzigsten Tag nach der Veröffentlichung in Kraft getreten. Die Mitgliedstaaten müssen die Richtlinie innerhalb von zwei Jahren nach ihrem Inkrafttreten in nationales Recht umsetzen.

Mit der neuen EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa werden deutliche Verschärfungen der Grenzwerte für Luftschadstoffkonzentrationen umgesetzt, welche sich an den aktuellen globalen Luftgüteleitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [18] für Feinstaubpartikel (PM_{2,5} und PM₁₀), Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid orientieren.

Bei den ab dem Jahr 2030 geltenden Grenzwerten für die Luftschadstoffe NO₂ und PM₁₀ handelt es sich um die Hälfte der Grenzwerte zum Jahresmittelwert gemäß 39. BImSchV [7]. Für PM_{2,5} beträgt die Reduktion des jahresmittleren Grenzwertes 60 % des Grenzwertes gemäß 39. BImSchV.

Die neuen Grenzwerte für 2030 bewegen sich im Bereich der aktuellen Hintergrundbelastungswerte. Dies wird neue Anstrengungen bei der Luftreinhaltung erforderlich machen, wozu sogenannte "Luftqualitätsfahrpläne" zu erstellen sind. Diese müssen aufzeigen, wie die neuen Luftqualitätsziele vor Ablauf der Fristen zur Erreichung der neuen Grenzwerte erreicht werden [8].

Neben den Grenzwerten zum Jahresmittelwert wurden auch die aktuellen Kurzzeitgrenzwerte verschärft, sowie neue Kurzzeitgrenzwerte für NO₂ und PM_{2,5} eingeführt.

In Tabelle 4.2 sind die Immissionsgrenzwerte der EU-Richtlinie 2024/2881 zusammengefasst und dargestellt.

Tabelle 4.2: Immissionsgrenzwerte gemäß der aktualisierten EU-Richtlinie 2024/2881 ab 2030 [8]

Luftschadstoff [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		NO ₂			PM ₁₀		PM _{2,5}	
Typ		IGW, JMW	IGW, TMW	IGW, SMW	IGW, JMW	IGW, TMW	IGW, JMW	IGW, TMW
Ab 2030	Grenzwert	20	50	200	20	45	10	25
	Zul. Überschreitungen pro Jahr	keine	18	3	keine	18	keine	18

IGW: Immissionsgrenzwert bei 293 K, 101,3 kPa; **JMW:** Jahresmittelwert; **TMW:** Tagesmittelwert; **SMW:** Stundenmittelwert

Diese Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden dabei gemäß Anhang IV A. 2. [8] an folgenden Orten nicht beurteilt:

- "an Standorten innerhalb von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt"
- "[...] auf Fabrikgeländen oder in Industriegebieten, für die alle relevanten Bestimmungen für Gesundheitsschutz und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten"
- "auf den Fahrbahnen der Straßen und, sofern Fußgänger und Fahrradfahrer für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben, auf dem Mittelstreifen der Straßen"

Gemäß Anhang IV A. 1. wird die Luftqualität an allen Standorten (mit Ausnahme der oben genannten Standorte gemäß Anhang IV A. 2.) beurteilt. Für den Standort von Probenahmestellen gelten die Bestimmungen der Abschnitte B und C gemäß Anhang IV der Neufassung der EU-Richtlinie 2024/2881. Unter Punkt Anhang IV B. 2. c) für die großräumige Standortbestimmung für Probenahmestellen zum Schutze der menschlichen Gesundheit wird Folgendes ausgeführt:

"Soll die Luftqualität an Luftverschmutzungsschwerpunkten beurteilt werden, so werden die Probenahmestellen in Bereichen innerhalb von Gebieten mit den höchsten Konzentrationen eingerichtet, denen die Bevölkerung wahrscheinlich direkt oder indirekt ausgesetzt ist, und zwar über einen Zeitraum, der im Vergleich zum Mittelungszeitraum der Grenzwerte oder Zielwerte signifikant ist; derartige Probenahmestellen müssen, sofern dies sinnvoll und soweit dies möglich ist, in Bereichen gelegen sein, in denen empfindliche und gefährdete Bevölkerungsgruppen wahrscheinlich direkt oder indirekt ausgesetzt sind, und zwar über einen Zeitraum, der im Verhältnis zum Mittelungszeitraum der Grenzwerte oder Zielwerte signifikant ist, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Wohngebiete, Schulen, Krankenhäuser, Einrichtungen für betreutes Wohnen oder Gebiete mit Bürogebäuden."

Aus Punkt Anhang IV B. 2. c) lässt sich somit ableiten, dass zum Beispiel für Bürgersteige neben den Fahrbahnen aufgrund der kurzen Verweildauer nur eine Beurteilung von Kurzzeitgrenzwerten, und hier auch nur die Beurteilung des Stundenmittelwertes für NO₂ sinnvoll ist, nicht aber eine Beurteilung von Grenzwerten zu Tages- oder Jahresmittelwerten.

5 Rechenmethodik / Modellbeschreibung

Die Berechnung der Schadstoffimmissionen wird mit dem Rechenmodell MISKAM (Mikro-skaliges Ausbreitungsmodell, Version 6.3 von November 2013) [2] in der 64-Bit-Version durchgeführt. Dieses Ausbreitungsmodell wurde an der Universität Mainz entwickelt 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. Ebenso können durchströmte und überhängende Gebäudeteile modelliert werden.

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.

Anschließend an die Windfeldsimulation wird eine Ausbreitungsrechnung unter Berücksichtigung der relevanten, im Untersuchungsgebiet vorhandenen Emissionsquellen durchgeführt.

Das innere Rechengebiet hat eine Fläche von $1.000 \times 1.000 \text{ m}^2$ mit einem äquidistanten Raster von $2,0 \times 2,0 \text{ m}^2$. Das äußere Rechengebiet weist eine Fläche von circa $1.800 \times 1.800 \text{ m}^2$ auf. Zur Vermeidung von bei der Modellaufrasterung entstehenden Kanten wurde das Rechengebiet entsprechend der Ausrichtung der geplanten Gebäude entlang der Straße Maarweg um 3° aus der Nordrichtung gedreht.

In vertikaler Richtung besteht der Modellraum aus 43 mit zunehmender Höhe mächtiger werdenden Schichten bis zur Modelloberkante in 550 m Höhe. Die Schichten in Bodennähe werden hierbei gemäß den Anforderungen an die Modellentwicklung [19] fein aufgelöst.

Die Lage und Abmessungen der MISKAM-Rechengebiete sind in Anlage 1.4 dargestellt.

6 Eingangsdaten

Im Folgenden werden die den Modellrechnungen zugrundeliegenden Eingangsdaten dokumentiert.

6.1 Gebäudemodell

Lage und Höhe der Bestandsbebauung wurden dem von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen frei zur Verfügung gestellten Klötzchenmodell im Level of Detail 2 (LoD2) [20] entnommen. Durch einen Abgleich mit digitalen Orthofotos des Untersuchungsgebietes [21] wurden Neubauten, die in diesem Datensatz noch nicht vorhanden sind, ausfindig gemacht und gegebenenfalls ergänzt. Ebenso wurden geplante Gebäude gemäß rechtskräftiger Bebauungspläne der Stadt Köln [10] im Nullfall und den Planfällen berücksichtigt.

Die Plangebäude des Vorhabens "Max-Becker-Areal" wurden anhand des aktuellen Bebauungsplanentwurfs [1] erfasst.

Die in den Berechnungen berücksichtigten Gebäudebestände im Null- und Planfall sind in den Anlagen 1.2 und 1.3 dargestellt.

6.2 Digitales Geländemodell

Im Untersuchungsgebiet befindet sich ein Bahndamm. Dieser sollte im Rechenmodell als Strömungshindernis berücksichtigt werden. Die Modellimplementierung erfolgte anhand eines von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen frei zur Verfügung gestellten, hochaufgelösten digitalen Geländemodells (DGM) [22].

6.3 Emissionen des Straßenverkehrs

Die Straßenquellen wurden auf Grundlage digitaler Orthofotos des Untersuchungsgebietes [21] erfasst und im Rechenmodell als Volumenquellen mit der jeweiligen Länge und Breite der Straßenabschnitte sowie einer vertikalen Ausdehnung von 3 m realisiert. Letztere dient der Berücksichtigung der quellnahen Verwirbelung der Kfz-Emissionen durch die Fahrzeugbewegungen auf der Straße, der sogenannten fahrzeuginduzierten Turbulenz. Der Wert von 3 m wurde gemäß den Erkenntnissen experimenteller Untersuchungen [29] gewählt.

Die Berechnung der Straßenverkehrsemissionen erfolgt mithilfe des Emissionsprogramms IMMIS^{em} in der Version 9.005 [24]. Das Emissionsprogramm verwendet hierbei die im Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) Version 4.2 [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.

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 < 3,5 t, schwere Nutzfahrzeuge > 3,5 t, Linien- und Reisebusse, Motorräder)
- nach Bezugsjahr der Flottenzusammensetzung (Deutschland: 1994 – 2050)
- nach Schadstoff (zum Beispiel NO_x, Partikel, Benzol, CO₂, Kraftstoffverbrauch)
- nach Verkehrssituation und Längsneigung
- nicht abgasbedingte Feinstaubemissionen (PM₁₀), zum Beispiel aus Straßen- oder Reifenabrieb
- Emissionsfaktoren für Elektro- und gasbetriebene Fahrzeuge

Die Ergebnisse können in unterschiedlichem Detailgrad 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 (zum Beispiel 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 (zum Beispiel Gkat-PKW mit Hubraum < 1,4 l, mit Hubraum 1,4 – 2,0 l, mit Hubraum > 2,0 l)

6.3.1 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 > 3,5 t (sNfz) benötigt.

Die DTV-Werte sowie die INfz – und sNfz-Anteile für das lokale Straßennetz im Umfeld des Plangebietes wurden für die Untersuchungsszenarien Nullfall und Planfall dem Verkehrsgutachten zum Planvorhaben [9] entnommen.

6.3.2 Verkehrssituation und Störungsgrad

Im HBEFA 4.2 stehen 365 Verkehrssituationen zur Verfügung. Eine Verkehrssituation wird durch den Gebietstyp (ländlich oder städtisch), den funktionalen Straßentyp, das Tempolimit und die Verkehrsqualität definiert.

Tabelle 6.1 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung der nach HBEFA 4.2 [3] möglichen Situationen.

Im Verlauf eines Tages liegen auf einem innerstädtischen Straßenabschnitt in der Regel verschiedene Verkehrsqualitäten vor. Die tageszeitlich wechselnde Verkehrsqualität wird im HBEFA 4.2 mit fünf verschiedenen Qualitätsstufen (Level of Service, kurz: LOS) durch entsprechend variierende Emissionsfaktoren berücksichtigt. Diese sind "freier Verkehr" (LOS1), "dichter Verkehr" (LOS2), "gesättigter Verkehr (LOS3), "stop+go" (LOS4) und "heavy stop+go" (LOS5). Mit höherem LOS, also abnehmender Verkehrsqualität, nehmen die Luftschadstoffemissionen der Kraftfahrzeuge, zu.

Der in einem Straßenabschnitt vorliegende LOS hängt von der Gebietseinstufung, dem funktionalen 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.

Eine automatisierte Berechnung des LOS kann mit dem Emissionsmodell IMMISem [24] vorgenommen werden. In diesem liegen standardisierte Angaben zu Kapazitäten, Schwellenwerten und Tagesgängen vor. Für letztere stehen die vier standardisierten Profile "small peak", "double peak", "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 der oder in die Stadt entsprechend zuzuordnen, falls zum Beispiel morgens deutlich mehr Pendler eine Stadt verlassen als in die Stadt einfahren und abends umgekehrt.

Die Aufteilung des "stop+go"-Anteils auf die Stufen LOS4 ("stop+go") und LOS5 ("heavy stop+go") wird in IMMISem standardmäßig im Verhältnis 2:1 vorgenommen. Anstelle der in IMMISem hinterlegten Standardangaben für die LOS-Berechnung können auch benutzerdefinierte Einstellungen gewählt werden, wenn diese projektbezogen zum Beispiel aus Verkehrszählungen bekannt sind.

Im vorliegenden Fall erfolgte die LOS-Berechnung in IMMISem automatisiert unter Verwendung der in Kapitel 6.3.1 beschriebenen Verkehrsmengen und des standardisierten Tagesganges "double peak". Die Einordnung der berücksichtigten Straßen zu einem funktionalen Straßentyp erfolgte anhand der Straßenkategorie sowie des im Straßennetz geltenden Tempolimits.

Tabelle 6.1: Verkehrssituation gemäß HBEFA 4.2 [3]

Gebiet	Funktionaler 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.

6.3.3 Flottenzusammensetzung

Zur Berechnung der Schadstoffemissionen eines Straßenabschnittes sind Angaben zum Bezugsjahr der Emissionsfaktoren der zu erstellenden Luftschadstoffberechnung, dem Prognosejahr, erforderlich. Dies liegt darin begründet, dass sich die Zusammensetzung der Kraftfahrzeugflotte in Abhängigkeit des Prognosejahres aufgrund von Gesetzgebungen zu Emissionshöchstgrenzen [26] 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 der unterschiedenen Fahrzeugarten sinken die Emissionen der Gesamtflotte somit von Jahr zu Jahr.

Bei der Emissionsberechnung wurde der im HBEFA 4.2 hinterlegte mittlere bundesdeutsche Flottenmix "REF D HB42" mit den Bezugsjahren 2029 und 2035 zugrunde gelegt.

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Kölner Umweltzone [27], die seit dem 01.07.2014 nur noch von Fahrzeugen mit grüner Schadstoffplakette befahren werden darf.

Umweltzonenregelungen haben auf die Flottenzusammensetzung jedoch so gut wie keine Auswirkungen mehr, sodass auf eine Anpassung der Flottenzusammensetzung gemäß Umweltzonenregelungen verzichtet wird.

6.3.4 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 hochauflösten digitalen Geländemodells (DGM) [22] überprüft und bei der Emissionsberechnung berücksichtigt.

6.3.5 Kaltstartzuschläge

Ein Kraftfahrzeug stößt, nachdem es ab- oder 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, das heißt der Außentemperatur angeglichen, ist.

Je nach Standzeit, Außentemperatur und Fahrstrecke (zum Beispiel nur innerstädtisch oder nach kurzer Zeit auf der Autobahn) ist die Betriebstemperatur nach unterschiedlicher Zeit und 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 differenziert nach Luftschadstoff und Emissionskonzept, sowie weiter aufgeteilt nach Fahrtweite, Standzeit und Temperatur in g/Start zur Verfügung. Für das Emissionsmodell IMMIS^{em} wurden diese Kaltstartzuschläge gemäß VDI 3782 Blatt 7 [28] basierend auf typisierten Fahrtweitenverteilungen, Standzeitenverteilungen, Verkehrsverteilungen und Temperaturganglinien in g/km umgerechnet. Hieraus ergeben sich jeweils Kaltstartfaktoren für die drei funktionalen Straßentypen "Wohnstraße" ("residential street"), "Geschäftsstraße" ("commercial street") und "Einfallstraße" ("radial street").

6.3.6 Ergebnisse der Emissionsberechnung

Räumliche Übersichten der Straßenquellen für den Null- und Planfall können der Anlage 2.1 entnommen werden

Die wichtigsten Eingangsparameter für die Emissionsberechnung der Straßenabschnitte, sowie deren Ergebnisse im Nullfall 2029 und in den Planfällen 2029 und 2035 sind in den Anlagen 2.2 bis 2.4 tabellarisch aufgeführt.

6.4 Emissionen der DB-Strecken

Das Umweltzentrum der Deutschen Bahn AG hat ein Modellsystem zur Berechnung des Abriebs und anderer luftgetragener Schadstoffe des Schienenverkehrs entwickelt [31]. Hiermit können die Luftschadstoffemissionen des Schienenverkehrs für verschiedene Luftschadstoffe und Quellen ermittelt werden. Darin wird nach verbrennungsbedingten und abriebbedingten Emissionen unterschieden.

Die verbrennungsbedingten Emissionen stellen die "klassischen", durch die Verbrennung eines Treibstoffes entstehenden Luftschadstoffemissionen dar und sind zum Beispiel Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$), Stickoxide und Kohlenmonoxid.

Die abriebbedingten Emissionen entstehen durch den Bremsabrieb, den Rad- / Schienenabrieb und den Fahrdrabrieb.

Mithilfe des Modellsystems können die Emissionen des Personennah- und Personenfernverkehrs sowie des Güterverkehrs für Triebwagen und Wagenmaterial sowohl der Deutschen Bundesbahn als auch von Drittanbietern ermittelt werden. Es werden die verbrennungsbedingten NO_x - und PM_{10} -Emissionen sowie die abriebbedingten PM_{10} -Emissionen berechnet.

Die aktuellen Emissionsdaten [4] der im Untersuchungsgebiet verlaufenden Bahnstrecken 2613, 2622 und 2600 wurden vom Umweltzentrum der Deutschen Bahn AG ermittelt und zur Verfügung gestellt. Sie beziehen sich auf den Fahrplan des Jahres 2021 und sind in Tabelle 6.2 dargestellt

Da durch das Umweltzentrum der Deutschen Bahn AG zurzeit noch keine Emissionsdaten für zukünftige Fahrpläne zur Verfügung gestellt werden können, werden die in Tabelle 6.2 aufgeführten Emissionen für das Jahr 2021 unverändert auch für die Prognosejahre 2029 und 2035 verwendet.

$PM_{2,5}$ -Emissionen werden vom Modellsystem der Deutschen Bahn nicht ermittelt. Laut Untersuchungen des Schweizer Bundesamtes für Umwelt [32] entfallen 100 % der verbrennungsbedingten PM_{10} -Emissionen auf die $PM_{2,5}$ -Fraktion, während die $PM_{2,5}$ -Anteile an den abriebbedingten Emissionen mit 20 % der jeweiligen PM_{10} -Emissionen beziffert werden. Die sich hieraus ergebenden $PM_{2,5}$ -Emissionen sind ebenfalls in Tabelle 6.2 dargestellt und werden in den Luftschadstoffberechnungen berücksichtigt.

Tabelle 6.2: Luftschadstoffemissionen der DB-Strecken 2613, 2622 und 2600 innerhalb des Untersuchungsgebiets

Strecke	Emission je Gleis [g/m-d]				
	NO _x	PM ₁₀		PM _{2,5}	
	Abgas	Abgas	Abrieb	Abgas	Abrieb
2613	1,4520	0,0454	1,2841	0,0454	0,2568
2622	0,0258	0,0005	0,2952	0,0005	0,0590
2600	0,1077	0,0020	0,5755	0,0020	0,1151

Die Emissionen wurden im digitalen Simulationsmodell als Linienquellen mit einer Höhe von 0,6 m über Grund für die Emissionen durch den Abrieb und 4,0 m über Grund für die Abgasemissionen modelliert und gegebenenfalls auf mehrere Gleise aufgeteilt.

Die Lage der Bahnemissionsquellen im Untersuchungsgebiet ist in Anlage 2.5 dargestellt.

6.5 Hintergrundbelastung

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

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

Messdaten zur Hintergrundbelastung in NRW liegen durch das Luftqualitätsüberwachungssystem LUQS des LANUV NRW an einer Vielzahl von Messstationen vor [33]. Die statistischen Kenngrößen der verkehrsrelevanten Schadstoffe werden regelmäßig auf der Internetseite des LANUV NRW veröffentlicht [34].

In Köln betreibt das LANUV NRW die Hintergrund-Messstationen Chorweiler (CHOR) und Rodenkirchen (RODE). Die Station Chorweiler ist eine städtische Hintergrundmessstation und befindet sich etwa 8 km nördlich des Untersuchungsgebietes, die Station Rodenkirchen ist eine vorstädtische Hintergrundmessstation und liegt circa 9 km südöstlich des Plangebietes. Sie geben die Hintergrundbelastung im Plangebiet aufgrund ihrer räumlichen Nähe gut wieder.

Zur Bestimmung der Hintergrundbelastung von NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} wurde auf Messwerte der letzten drei vollständig vorliegenden Messjahre 2022 – 2024 zurückgegriffen. Darüber hinaus werden für die in Kapitel 7.1 beschriebene Vorgehensweise zur NO_x-NO₂ Konversion ergänzende Angaben zur jahresmittleren Hintergrundbelastung von Stickstoffmonoxid (NO) und Ozon (O₃) benötigt. Diese werden ebenfalls anhand der Messdaten der Stationen Chorweiler und Rodenkirchen hergeleitet.

Zur Berechnung der Hintergrundbelastung wird aus den vom LANUV veröffentlichten Jahresmittelwerten 2022 – 2024 für jeden Schadstoff zunächst der Gesamtmittelwert gebildet. Die Ergebnisse der Mittelwertbildung sind in Tabelle 6.3 dargestellt.

Für die Prognosejahre 2029 und 2035 ist von einer von den derzeitigen Messdaten abweichenden Hintergrundbelastung auszugehen. Generell wird aufgrund von politischen Vorgaben zur Emissionsminderung [26] eine allmählich zurückgehende Hintergrundbelastung erwartet. Teilweise werden regionsabhängig jedoch auch Zunahmen prognostiziert [25].

Zur Ermittlung der Hintergrundbelastung für die Prognosejahre 2029 und 2035 wird das Berechnungsmodell RLuS in der Version 3.0.7 [25] verwendet. Die in Tabelle 6.3 aufgelisteten Mittelwerte der Hintergrundbelastung über den Zeitraum 2022 – 2024 werden dabei mit den im Modell für die Stadt Köln hinterlegten Korrekturfaktoren [40] auf das Jahr 2029 beziehungsweise 2035 hochgerechnet. Als Bezugsjahr wurde 2024 verwendet. Die Korrekturfaktoren sowie die sich für die Prognosejahre 2029 und 2035 ergebenden, finalen Hintergrundbelastungen sind ebenfalls in Tabelle 6.3 aufgelistet. Diese Werte wurden zur Berechnung der Gesamtbelastung zu den Modellergebnissen addiert.

Tabelle 6.3: Herleitung der Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet für die Jahre 2029 und 2035 anhand Kenngrößen gemessener Schadstoffkonzentrationen der LUQS-Messstation Köln-Chorweiler und Köln-Rodenkirchen [5][6][38]

Messstation	Jahr	Jahresmittlere Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					
		NO ₂	NO	NO _x	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}
Chorweiler CHOR	2022	18	5	-	50	15	10
	2023	16	3	-	52	13	9
	2024	15	3	-	49	12	8
Rodenkirchen RODE	2022	21	5	-	44	16	-
	2023	18	4	-	47	13	-
	2024	17	4	-	42	12	8
Mittelwert 2022 – 2024		17,5	4,0	23,6*	47,3	13,5	8,8
Korrekturfaktor > 2029		0,82	-	0,77	1,06	0,91	0,91
Hintergrund 2029		14,4	-	18,3	50,2	12,3	8,0
Korrekturfaktor > 2035		0,79	-	0,74	1,07	0,88	0,89
Hintergrund 2035		13,9	-	17,4	50,7	11,9	7,8

Fettdruck = in den Berechnungen verwendeter Hintergrundbelastungswert

*berechnet aus NO₂ und NO

6.6 Meteorologie

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 LANUV-Station Köln-Chorweiler aus den Jahren 2013 – 2022 [41] verwendet. Die Station liegt etwa 8 km nördlich des Plangebiets und gibt aufgrund ihrer räumlichen Nähe sehr gut die übergeordneten Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet wieder.

Für die Immissionsprognose wurden die Häufigkeiten des Auftretens bestimmter Windgeschwindigkeitsklassen und Windrichtungssektoren à 10° in der aus Stundenmittelwerten bestehenden Messzeitreihe ermittelt. Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit ist in Abbildung 6.1 dargestellt. Es dominieren südöstliche und westliche Windrichtungen bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 2,4 m/s in 19 m Höhe.

Für Windfeld- und Ausbreitungsberechnungen mit dem Modell MISKAM muss den Messdaten eine Messreferenzhöhe zugeordnet werden, bei der das vom Modell erzeugte anfängliche Windprofil einer Rauigkeitslänge 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 Referenzhöhe für eine Rauigkeitslänge von 0,1 m wurde gemäß dem im DWD-Merkblatt "Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe" [42] beschriebenen Verfahren berechnet. Sie beträgt im vorliegenden Fall 7,8 m über Grund.

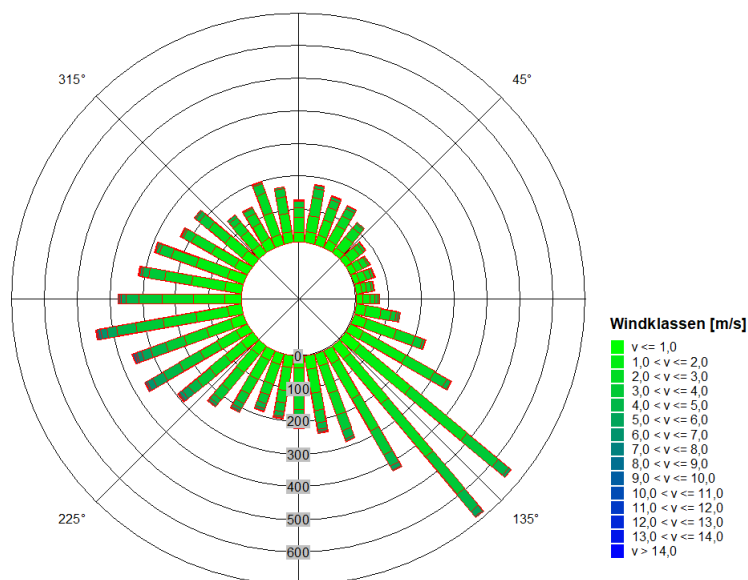


Abbildung 6.1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der LUQS-Station Köln-Chorweiler der Jahre 2013 bis 2022 [37]

7 Durchführung der Immissionsprognose

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 Hintergrundbelastung addiert, sodass sich die Gesamtbelastung ergibt, die mit den Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV und der neuen EU-Luftqualitätsrichtlinie verglichen wird.

7.1 Vorgehensweise Bildung NO₂-Gesamtbelastung

Feinstaub kann in der betrachteten Raum-Zeitskala als chemisch inert angesehen werden. Für Stickstoffdioxid (NO₂) müssen jedoch bei der Bestimmung des Jahresmittelwertes neben der Quellstärke, dem Transport und der Turbulenz auch schnell ablaufende chemische Umwandlungsprozesse berücksichtigt werden, bei denen es zu einer teilweisen Umwandlung von NO in NO₂ kommt. Die Intensität dieser Umwandlungsprozesse ist von einer Vielzahl von Parametern – zum Beispiel der Temperatur, der kurzwelligen Strahlungsintensität sowie den Hintergrundbelastungswerten von NO, NO₂ und O₃ abhängig.

Die Einbindung dieser komplexen chemischen Vorgänge bei der Bestimmung der NO₂-Gesamtbelastung erfolgt im vorliegenden Fall gemäß dem vereinfachten NO/NO₂-Konversionsmodell nach Düring et al. [43].

Neben den berechneten NO_x-Gesamtbelastungen fließen in dieses Modell die Hintergrundbelastungswerte für NO, NO₂ und O₃ ein. Diese Werte wurden gemäß der in Kapitel 6.5 beschriebenen Methodik ermittelt. Zusätzlich wird für das Modell der Anteil primärer NO₂-Emissionen an den NO_x-Gesamtemissionen benötigt. Dieser Anteil wurde auf Grundlage der Emissionsberechnungen für alle Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet bestimmt und beträgt für das Prognosejahr 2029 gemäß den nach HBEFA 4.2 durchgeführten Emissionsberechnungen im Mittel 11 %. Für das Jahr 2035 beträgt der Anteil der primären NO₂-Emissionen an den NO_x-Gesamtemissionen 12 %. Für alle weiteren Eingangsgrößen wurden die in [43] dokumentierten Standardwerte angesetzt.

7.2 Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen gemäß der 39. BImSchV

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 Hintergrundbelastung innerhalb einer Ausbreitungsberechnung zusammen zu betrachten. Die Zeitreihen der Emissionen und der Hintergrundbelastung müssten hierbei zum repräsentativen meteorologischen Jahr, beziehungsweise 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 [44] 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:

$$\text{Anzahl Tage } PM_{10} > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 10,51413 - 1,98711 \cdot \text{JMW } PM_{10} + 0,09389 \cdot (\text{JMW } PM_{10})^2$$

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 jedoch mit großen Unsicherheiten behaftet, da die Hintergrundbelastung, die einen großen Beitrag zur Gesamtimmission liefert, nur als Jahresmittelwert berücksichtigt werden kann.

Aus statistischen Auswertungen von Messwerten an Dauermessstationen [45] wurde daher eine Formel entwickelt, mit deren Hilfe die Wahrscheinlichkeit *p*_{Überschreitung}, dass der Stundenmittelwert NO₂ von 200 µg/m³ an mehr als 18 Stunden im Jahr auftritt, abgeschätzt werden kann. Grundlage bildet der Jahresmittelwert der Stickoxidimmissionen (NO_x). Dieses Verfahren wird im vorliegenden Fall nach der folgenden Formel angewendet:

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

mit: $A = -5,216$

$B = 0,0228$

7.3 Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen gemäß EU-Richtlinie 2024/2881

Die Überprüfung der Einhaltung der Kurzzeitgrenzwerte der EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [8] erfolgt anhand eines Vergleiches der berechneten Immissionswerte mit Messwerten, welche über einen Zeitraum von 10 Jahren an Messstationen des Hamburger Luftmessnetzes [35], des BLUES Messnetzes Bremen [36], des BLUME Messnetzes Berlin [37], des Luftmessnetzes des LANUK NRW [34] und des Messnetzes der HLNUG Hessen ermittelt wurden.

7.3.1 Kurzzeitgrenzwerte Stickstoffdioxid (NO₂)

Gemäß der EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [8] darf eine stündliche Stickstoffdioxid-Konzentration von 200 µg/m³ an nicht mehr als 3 Stunden pro Jahr überschritten werden. Auswertungen von Messwerten des Hamburger Luftmessnetzes sowie der Messnetze von Bremen und des LANUV NRW der Jahre 2012 bis 2024 zeigen, dass mehr als 3 Stunden pro Jahr mit Stundemittelwerten größer 200 µg/m³ nur vereinzelt erfasst wurden. Mit Ausnahme eines Messwertausreißers wurden mehr als 3 Überschreitungstunden erst ab einem Jahresmittelwert von 51 µg/m³ an Messstationen in NRW und von 56 µg/m³ an Messstationen in Hamburg erreicht.

Der in Hamburg gemessene Messwertausreißer liegt bei einem Jahresmittelwert von 19,3 µg/m³ und somit nah am einzuhaltenden Grenzwert zum NO₂-Jahresmittelwert von 20 µg/m³.

Es ist somit davon auszugehen, dass wenn der Grenzwert zum Jahresmittelwert von 20 µg/m³ eingehalten wird, auch der Kurzzeitgrenzwert zum NO₂-Stundenmittelwert mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten wird (siehe Abbildung 7.1).

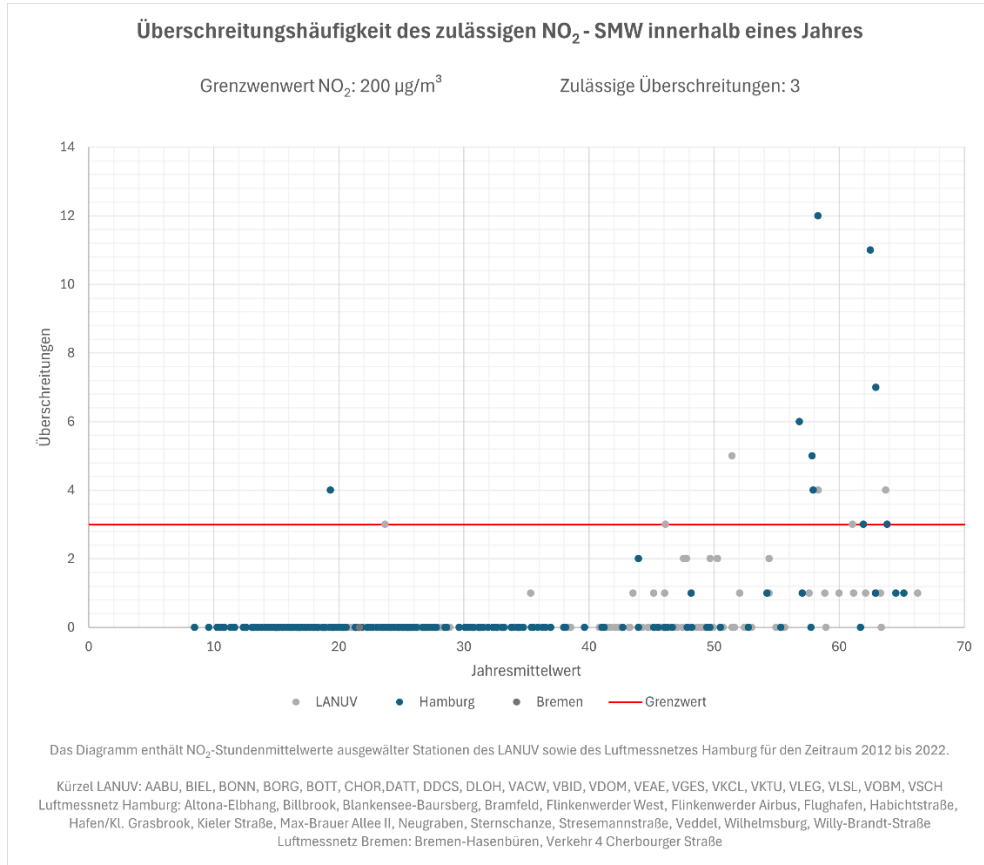


Abbildung 7.1: Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundengrenzwertes in Abhängigkeit des gemessenen Jahresmittelwertes

Neben dem Kurzzeitgrenzwert zum NO₂-Stundenmittelwert wird mit der EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [8] ein weiterer Kurzzeitgrenzwert zum Tagesmittelwert der NO₂-Konzentration eingeführt. Dieser darf eine tägliche Stickstoffdioxid-Konzentration von 50 µg/m³ an nicht mehr als 18 Tagen überschreiten.

Die nachfolgende Abbildung 7.2 zeigt die Anzahl der an Messstationen des LANUV NRW, des Hamburger Luftmessnetzes und des Messnetzes Hessen (HLNUG) gemessenen Überschreitungen einer tagesmittleren NO₂-Konzentration von 50 µg/m³ gegenüber dem gemessenen NO₂-Jahresmittelwert.

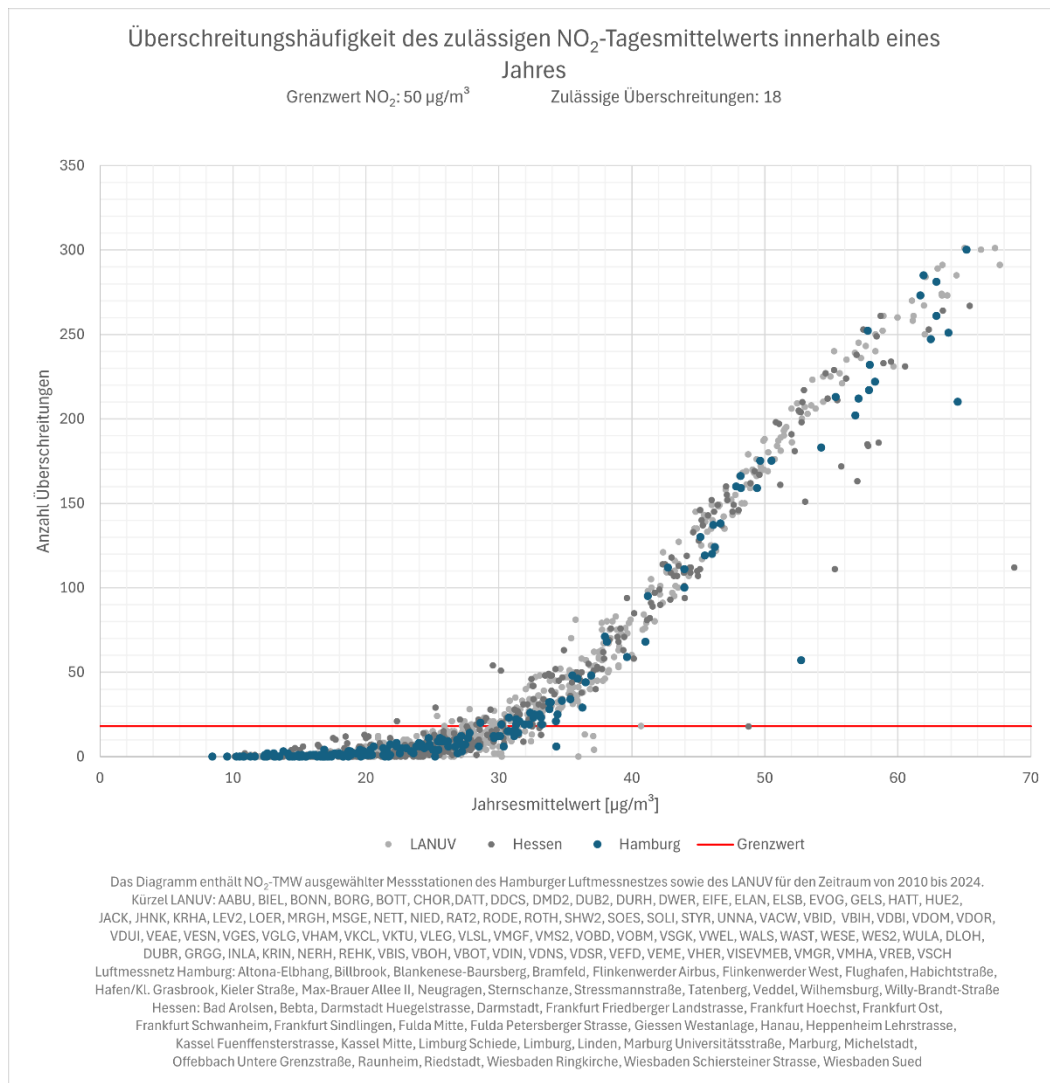


Abbildung 7.2: Überschreitungshäufigkeit des Grenzwertes zum NO₂-Tagesmittelwertes in Abhängigkeit des gemessenen Jahresmittelwertes

Wie der Abbildung 7.2 zu entnehmen ist liegen mehr als 18 Tage mit Tagesmittelwerten > 50 µg/m³ erst ab einem Jahresmittelwert von 22 µg/m³ (bezogen auf Messstationen in Hessen) und von mehr als 28 µg/m³ (bezogen auf das Hamburger Messnetz) vor.

Bei Einhaltung des Grenzwertes zum NO₂-Jahresmittelwert von 20 µg/m³ ist somit mit einer großen Wahrscheinlichkeit auch von der Einhaltung des Grenzwertes zu den NO₂-Überschreitungstagen auszugehen.

7.3.2 Kurzzeitgrenzwert Feinstaub (PM₁₀)

Gemäß der EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [8] darf eine tagesmittlere Feinstaub-(PM₁₀)-Konzentration von 45 µg/m³ an nicht mehr als 18 Tagen pro Jahr überschritten werden.

Auswertungen von Messwerten des Hamburger Luftmessnetzes sowie der Messnetze des LANUV NRW und Hessens der Jahre 2012 bis 2024 zeigen, dass mehr als 18 Überschreitungstage in Hamburg erst ab einem Jahresmittelwert von $20,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht wurden. An Messstationen des LANUV NRW wurden mehr als 18 Überschreitungstage erstmals bei einem Jahresmittelwert von $22,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht (siehe Abbildung 7.3).

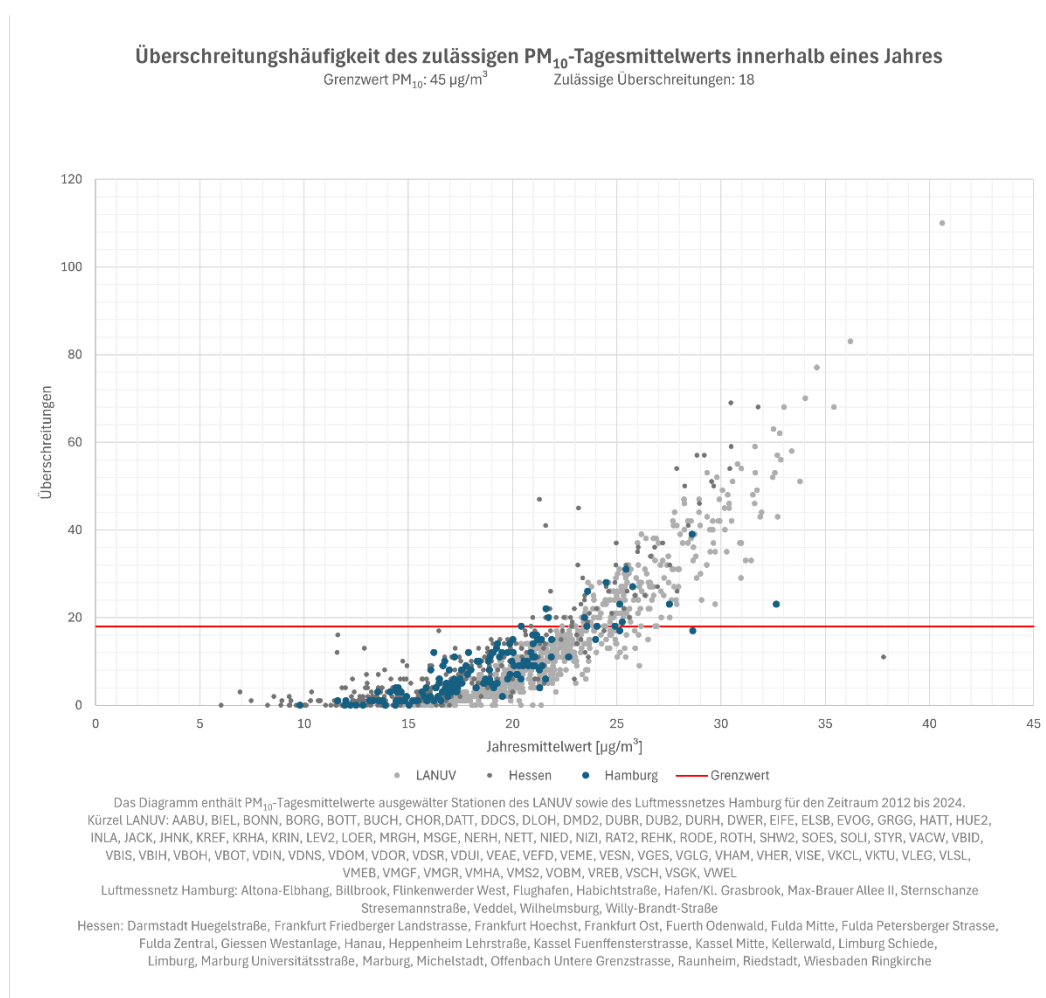


Abbildung 7.3: Überschreitungshäufigkeit des Grenzwertes zum PM_{10} -Tagesmittelwert in Abhängigkeit des gemessenen PM_{10} Jahresmittelwertes

Unterhalb des Grenzwertes zum PM_{10} -Jahresmittelwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist somit von weniger als 18 PM_{10} -Überschreitungstagen auszugehen.

7.3.3 Kurzzeitgrenzwert Feinstaub ($\text{PM}_{2,5}$)

Die EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [8] legt weiterhin einen Kurzzeitgrenzwert für Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ fest. Hier darf eine tagesmittlere $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an nicht mehr als 18 Tagen überschritten werden.

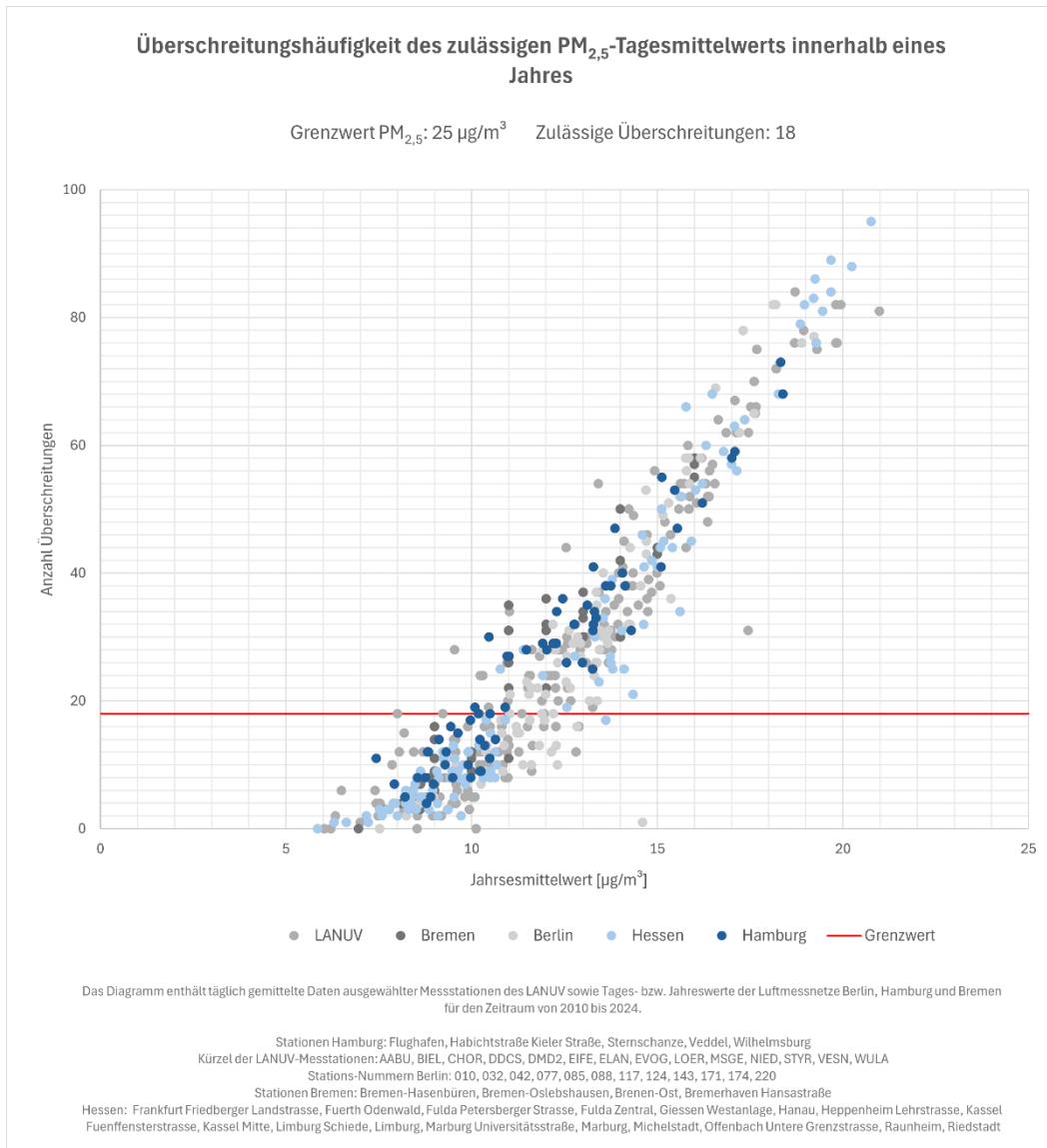


Abbildung 7.4: Überschreitungshäufigkeit des Grenzwertes zum PM_{2,5}-Tagesmittelwert in Abhängigkeit des gemessenen PM_{2,5} Jahresmittelwertes

Auswertungen von Messwerten der Messnetze des LANUV NRW, Bremen, Berlin, Hessen und Hamburg der Jahre 2010 bis 2024 zeigen, dass Überschreitungen des PM_{2,5}-Kurzzeitgrenzwertes in der Regel erst oberhalb von einer jahresmittleren PM_{2,5}-Belastung von 10 µg/m³ zu erwarten sind. Wird also der Grenzwert zum PM_{2,5}-Jahresmittelwert eingehalten, ist auch mit einer hohen Wahrscheinlichkeit von der Einhaltung des PM_{2,5}-Kurzzeitgrenzwertes auszugehen.

8 Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Luftschadstoffberechnungen dargestellt und mit den Grenzwerten der 39. BImSchV [7] sowie den ab dem Jahr 2030 geltenden verschärften Grenzwerten gemäß der Neufassung der EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [8] verglichen und beurteilt.

Die Luftschadstoffkonzentrationen in einer bodennahen Schicht (1,5 m über Geländeoberkante) wurden flächendeckend ermittelt und sind in den Anlagen 3 bis 5 jeweils für die beiden Untersuchungsvarianten Nullfall und Planfall dargestellt. Die Farbdarstellung wurde hierbei jeweils so gewählt, dass Grenzwertüberschreitungen mit roten Farbtönen gekennzeichnet werden. Blau eingefärbte Bereiche zeigen Konzentrationen an, die sich nur unwesentlich von der angesetzten Hintergrundbelastung unterscheiden.

Darüber hinaus werden die Gesamtimmissionen für einzelne repräsentative Immissionsorte tabellarisch dargestellt. Die ausgewählten Immissionsorte zeigen die höchsten Immissionswerte oder die größten Veränderungen der Immissionen an Gebäuden im Untersuchungsgebiet an. Die Lage der Immissionsorte kann den Anlagen 3 bis 5 entnommen werden.

Luftschadstoffkonzentrationen werden gemäß der EU-Richtlinien auf ganze Stellen gerundet. Da die berechneten Immissionen nachfolgend mit einer Nachkommastelle angegeben werden, liegt eine Überschreitung des Grenzwertes erst vor, wenn der berechnete Wert mindestens $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ größer als der Grenzwert ist.

8.1 Beurteilung der Gesamtbelastung nach der 39. BImSchV

8.1.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 3.1 für den Nullfall 2029 und in Anlage 3.2 für den Planfall 2029 innerhalb des Plangebiets sowie in dessen Umfeld dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.1 die modellierten NO₂-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.1: Gegenüberstellung der Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (NO₂) im Null- und Planfall im Jahr 2029

Nr.	Immissionsort Nullfall / Planfall Beschreibung	Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Stickstoffdioxid (NO ₂)			
		IGW JMW	Nullfall 2029	Planfall 2029	Differenz*
1	Vogelsanger Straße 330	40	16,9	17,1	+0,2
2	Vogelsanger Straße 246	40	16,7	16,9	+0,2
3	Oskar-Jäger-Straße 173a	40	16,9	16,9	±0,0

Nr.	Immissionsort Nullfall / Planfall Beschreibung	Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Stickstoffdioxid (NO_2)			
		IGW JMW	Nullfall 2029	Planfall 2029	Differenz*
4	Widdersdorfer Straße 205	40	19,0	20,4	+1,4
5	Widdersdorfer Straße 196/196a	40	15,8	17,0	+1,2
6	Freifläche / MU 6.1	40	15,7	15,6	-0,1
7	Widdersdorfer Straße 206/208	40	16,2	17,5	+1,3
8	Maarweg 148	40	17,9	19,8	+1,9
9	Widdersdorfer Straße 220/222	40	21,5	22,2	+0,7
10	Widdersdorfer Straße 226	40	20,9	20,4	-0,5
11	Maarweg 152 / MU 9.1	40	15,3	17,0	+1,7
12	Biogasanlage / MU 10	40	18,6	21,2	+2,6
13	Freifläche / MU 1	40	17,2	17,0	-0,2
14	Freifläche / MU 2.1	40	14,9	14,9	$\pm 0,0$
15	Freifläche / Quartierspark	40	14,5	14,5	$\pm 0,0$

* Siehe auch Anlage 3.3

Die Ergebnisse für den Nullfall zeigen, dass der Grenzwert zum Jahresmittelwert für NO_2 gemäß der 39. BImSchV [7] von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in allen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebietes deutlich eingehalten wird.

Die höchsten NO_2 -Konzentrationen treten im Nullfall mit maximal $21,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Immissionsort 9 entlang der Widdersdorfer Straße auf. Dies ist zum einen auf die hohen Verkehrsmengen und zum anderen auf die beidseitige Bebauung, welche die Durchlüftung einschränkt und somit zu erhöhten Schadstoffkonzentrationen führt, zurückzuführen.

Durch die Realisierung des Planvorhabens kommt es zu Änderungen der Belüftungsverhältnisse sowie zu Erhöhungen der Verkehrsmengen.

Hierdurch erhöhen sich die jahresmittleren NO_2 -Immissionen an den Immissionsorten entlang der Vitalisstraße, in Abschnitten der Vogelsanger Straße, des Maarwegs und der Widdersdorfer Straße um bis zu $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Planfall werden die höchsten NO_2 -Konzentrationen mit $22,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ weiterhin am Immissionsort 9 prognostiziert. An Gebäudefassaden im Plangebiet werden maximal $21,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Vereinzelt kommt es infolge veränderter Strömungsverhältnisse auch zu Verringerungen der Schadstoffbelastung, so zum Beispiel am Immissionsort 10, wo eine Reduktion von $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegenüber der Situation im Nullfall ausgewiesen wird.

Auch nach Realisierung des Planvorhabens wird der Grenzwert zum NO₂-Jahresmittelwert von 40 µg/m³ somit in allen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebietes deutlich 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.

Tabelle 8.2 zeigt die aus der NO_x-Gesamtbelastung (siehe Kapitel 7.2) berechneten Wahrscheinlichkeiten im Null- und Planfall. Die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Grenzwert nicht eingehalten wird, beträgt im Nullfall und im Planfall maximal 1,2 %.

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

Nr.	Immissionsort Nullfall / Planfall Beschreibung	Wahrscheinlichkeit von mehr als 18 zulässigen Überschreitung des 1-h Mittelwertes von 200 µg/m ³ NO ₂ pro Jahr in %	
		Nullfall 2029	Planfall 2029
1	Vogelsanger Straße 330	0,9	0,9
2	Vogelsanger Straße 246	0,9	0,9
3	Oskar-Jäger-Straße 173a	0,9	0,9
4	Widdersdorfer Straße 205	1,0	1,1
5	Widdersdorfer Straße 196/196a	0,9	0,9
6	Freifläche / MU 6.1	0,9	0,9
7	Widdersdorfer Straße 206/208	0,9	1,0
8	Maarweg 148	1,0	1,1
9	Widdersdorfer Straße 220/222	1,2	1,2
10	Widdersdorfer Straße 226	1,1	1,1
11	Maarweg 152 / MU 9.1	0,9	0,9
12	Biogasanlage / MU 10	1,0	1,1
13	Freifläche / MU 1	1,0	0,9
14	Freifläche / MU 2.1	0,9	0,9
15	Freifläche / Quartierspark	0,9	0,9

Auswertungen von Messergebnissen an Verkehrsmessstationen des LANUV NRW [5] 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.

8.1.2 Feinstaub (PM₁₀)

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM₁₀) in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 4.1 für den Nullfall 2029 und in Anlage 4.2 für den Planfall 2029 innerhalb des Plangebiets sowie in dessen Umfeld dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.3 die modellierten PM₁₀-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.3: Gegenüberstellung der Jahresmittelwerte Feinstaub (PM₁₀) im Null- und Planfall im Jahr 2029

Nr.	Immissionsort Nullfall / Planfall Beschreibung	IGW JMW	Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Feinstaub (PM ₁₀)		
			Nullfall 2029	Planfall 2029	Differenz*
1	Vogelsanger Straße 330	40	14,2	14,4	+0,2
2	Vogelsanger Straße 246	40	15,2	15,3	+0,1
3	Oskar-Jäger-Straße 173a	40	14,1	14,1	±0,0
4	Widdersdorfer Straße 205	40	15,7	16,7	+1,0
5	Widdersdorfer Straße 196/196a	40	13,8	14,5	+0,7
6	Freifläche / MU 6.1	40	13,7	13,7	±0,0
7	Widdersdorfer Straße 206/208	40	13,9	14,7	+0,8
8	Maarweg 148	40	14,8	16,0	+1,2
9	Widdersdorfer Straße 220/222	40	16,9	17,2	+0,3
10	Widdersdorfer Straße 226	40	16,5	16,3	-0,2
11	Maarweg 152 / MU 9.1	40	13,5	14,7	+1,2
12	Biogasanlage / MU 10	40	15,4	16,8	+1,4
13	Freifläche / MU 1	40	15,3	15,2	-0,1
14	Freifläche / MU 2.1	40	14,1	15,0	+0,9
15	Freifläche / Quartierspark	40	12,8	12,7	-0,1

* Siehe auch Anlage 4.3

Der Grenzwert zum Jahresmittelwert für PM₁₀ von 40 µg/m³ wird im Nullfall 2029 mit einer Konzentration von maximal 16,9 µg/m³ am Immissionsort 9 an allen Immissionsorten eingehalten. Mit maximal 17,2 µg/m³ im Planfall 2029 werden ebenfalls jahresmittlere Konzentrationswerte ermittelt, welche deutlich unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³ liegen.

Bezüglich der Konzentrationsentwicklungen gelten dieselben generellen Aussagen wie für den NO₂-Jahresmittelwert (siehe Kapitel 8.1.1). 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 µg/m³ sein. Die gemäß der im Kapitel 7.2 beschriebenen Methodik ermittelten Überschreitungshäufigkeiten sind in Tabelle 8.4 für ausgewählte Immissionsorte dargestellt.

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

Nr.	Immissionsort Nullfall / Planfall Beschreibung	Anzahl der Tage mit PM ₁₀ -Tagesmittelwerten > 50 µg/m ³		
		IGW JMW	Nullfall 2029	Planfall 2029
1	Vogelsanger Straße 330	35	1	1
2	Vogelsanger Straße 246	35	2	2
3	Oskar-Jäger-Straße 173a	35	1	1
4	Widdersdorfer Straße 205	35	2	4
5	Widdersdorfer Straße 196/196a	35	1	1
6	Freifläche / MU 6.1	35	1	1
7	Widdersdorfer Straße 206/208	35	1	2
8	Maarweg 148	35	2	3
9	Widdersdorfer Straße 220/222	35	4	4
10	Widdersdorfer Straße 226	35	3	3
11	Maarweg 152 / MU 9.1	35	1	2
12	Biogasanlage / MU 10	35	2	4
13	Freifläche / MU 1	35	2	2
14	Freifläche / MU 2.1	35	1	2
15	Freifläche / Quartierspark	35	0	0

Die Berechnungsergebnisse zeigen somit, dass sowohl im Nullfall 2029 als auch im Planfall 2029 mit je maximal 4 Überschreitungstagen die maximal zulässige Anzahl von 35 Tagen Überschreitungstagen im Jahr deutlich eingehalten wird.

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

Insgesamt wird sowohl im Nullfall als auch im Planfall nach Realisierung des Planvorhabens der Grenzwert zum PM₁₀-Jahresmittelwert und der PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert in allen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebietes deutlich eingehalten.

8.1.3 Feinstaub (PM_{2,5})

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM_{2,5}) in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 5.1 für den Nullfall 2029 und in Anlage 5.2 für den Planfall 2029 innerhalb des Plangebietes sowie in dessen Umfeld dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.5 die modellierten PM_{2,5}-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.5: Gegenüberstellung der Jahresmittelwerte Feinstaub (PM_{2,5}) im Null- und Planfall im Jahr 2029

Nr.	Immissionsort Nullfall / Planfall Beschreibung	Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Feinstaub (PM _{2,5})			
		IGW JMW	Nullfall 2029	Planfall 2029	Differenz*
1	Vogelsanger Straße 330	25	9,0	9,0	±0,0
2	Vogelsanger Straße 246	25	9,2	9,2	±0,0
3	Oskar-Jäger-Straße 173a	25	8,9	8,9	±0,0
4	Widdersdorfer Straße 205	25	9,6	9,9	+0,3
5	Widdersdorfer Straße 196/196a	25	8,7	8,9	+0,2
6	Freifläche / MU 6.1	25	8,6	8,6	±0,0
7	Widdersdorfer Straße 206/208	25	8,8	9,1	+0,3
8	Maarweg 148	25	9,2	9,7	+0,5
9	Widdersdorfer Straße 220/222	25	10,3	10,5	+0,2
10	Widdersdorfer Straße 226	25	10,1	10,0	-0,1
11	Maarweg 152 / MU 9.1	25	8,6	9,2	+0,6
12	Biogasanlage / MU 10	25	9,5	10,2	+0,7
13	Freifläche / MU 1	25	9,3	9,2	-0,1
14	Freifläche / MU 2.1	25	8,6	8,8	+0,2

Nr.	Immissionsort Nullfall / Planfall Beschreibung	Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Feinstaub ($\text{PM}_{2,5}$)			
		IGW JMW	Nullfall 2029	Planfall 2029	Differenz*
15	Freifläche / Quartierspark	25	8,2	8,2	$\pm 0,0$

* Siehe auch Anlage 5.3

Der Grenzwert zum Jahresmittelwert für $\text{PM}_{2,5}$ von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Nullfall 2029 mit einer Konzentration von maximal $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Immissionsort 9 an allen Immissionsorten eingehalten. Mit einer maximalen Konzentration von $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Planfall 2029 werden ebenfalls jahresmittlere Konzentrationswerte ermittelt, welche deutlich unterhalb des Grenzwertes von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen.

Bezüglich der Konzentrationsentwicklungen gelten dieselben generellen Aussagen wie für den NO_2 -Jahresmittelwert (siehe Kapitel 8.1.1). Auf eine detaillierte Ergebnisbesprechung wird daher an dieser Stelle verzichtet.

Es wird somit im Nullfall als auch im Planfall nach Realisierung des Planvorhabens der Grenzwert zum $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwert in allen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebietes deutlich eingehalten.

8.1.4 Zusammenfassende Beurteilung nach der 39. BImSchV

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die in der 39. BImSchV definierten Grenzwerte (Jahresmittelwerte NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$, Kurzzeitgrenzwerte für PM_{10} und NO_2) sowohl im Nullfall 2029 als auch im Planfall 2029 nach Realisierung des Planvorhabens in allen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebiets eingehalten werden.

8.2 Beurteilung gemäß verschärfter Grenzwerte nach EU-Richtlinie 2024/2881

Aufgrund der Größe des Plangebietes wurde durch den Auftraggeber ein Realisierungszeitraum für das Gesamtvorhaben, der zwischen den Jahren 2030 und 2040 liegt, abgeschätzt. Der Prognosehorizont der verwendeten Verkehrsmengen gemäß der Verkehrsuntersuchung [9] bezieht sich auf das Jahr 2040.

Somit gelten zum Zeitpunkt des Beginns der Bautätigkeiten die verschärften Grenzwerte gemäß der Neufassung der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2024/2881. Zur Beurteilung der Auswirkungen der Planung in Bezug auf die strengeren Grenzwerte erfolgte eine ergänzende Immissionsberechnung. In Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Köln wurde für die anzusetzende Hintergrundbelastung und die Flottenzusammensetzung das Jahr 2035 als Prognosejahr angesetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für das Jahr 2035 und die Beurteilung gemäß der neuen Grenzwerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2024/2881 sind in den nachfolgenden Kapiteln 8.2.1 bis 8.2.3 dargestellt.

8.2.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 3.4 für den Planfall 2035 innerhalb des Plangebiets sowie in dessen Umfeld dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.6 die modellierten NO₂-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.6: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (NO₂) im Planfall für das Jahr 2035

Nr.	Immissionsort Beschreibung	Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Stickstoffdioxid (NO ₂)	
		IGW JMW	Planfall 2035
1	Vogelsanger Straße 330	20	14,8
2	Vogelsanger Straße 246	20	14,9
3	Oskar-Jäger-Straße 173a	20	14,7
4	Widdersdorfer Straße 205	20	16,5
5	Widdersdorfer Straße 196/196a	20	14,7
6	Freifläche / MU 6.1	20	14,0
7	Widdersdorfer Straße 206/208	20	15,0
8	Maarweg 148	20	16,2
9	Widdersdorfer Straße 220/222	20	17,6
10	Widdersdorfer Straße 226	20	16,5
11	Maarweg 152 / MU 9.1	20	14,8
12	Biogasanlage / MU 10	20	16,9
13	Freifläche / MU 1	20	14,9
14	Freifläche / MU 2.1	20	14,0
15	Freifläche / Quartierspark	20	13,9

Analog der Berechnungsergebnisse für den Planfall 2029 treten die höchsten NO₂-Konzentrationen in Abschnitten der Vogelsanger Straße, des Maarwegs und der Widdersdorfer Straße auf. Im Planfall 2035 werden die höchsten NO₂-Konzentrationen mit 17,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Immissionsort 9 ausgewiesen. An Gebäudefassaden im Plangebiet werden maximal 16,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Somit wird der zukünftig geltende Grenzwert zum NO₂-Jahresmittel von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an allen Immissionsorten eingehalten.

Die Ergebnisse für den Planfall 2035 zeigen ferner, dass der Grenzwert zum Jahresmittelwert für NO₂ von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auch in allen übrigen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebietes eingehalten wird.

Gemäß der EU-Richtlinie 2024/2881 [8] darf eine stündliche Stickstoffdioxid-Konzentration von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an nicht mehr als 3 Stunden pro Jahr und eine tägliche Stickstoffdioxid-Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an nicht mehr als 18 Tagen pro Jahr überschritten werden.

Die in Kapitel 7.3 dargestellten Auswertungen von Messwerten in NRW zeigen, dass wenn der Grenzwert zum Jahresmittelwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten wird auch der Kurzzeitgrenzwert zum NO_2 -Stundenmittelwert und der Kurzzeitgrenzwert zum NO_2 -Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit Sicherheit eingehalten wird.

Somit werden im Planfall 2035 auch die Kurzzeitgrenzwerte für NO_2 eingehalten.

8.2.2 Feinstaub (PM_{10})

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM_{10}) in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 4.4 für den Planfall 2035 innerhalb des Plangebiets sowie in dessen Umfeld dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.7 die berechneten PM_{10} -Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.7: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM_{10}) im Planfall für das Jahr 2035

Nr.	Immissionsort Beschreibung	Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Feinstaub (PM_{10})	
		IGW JMW	Planfall 2035
1	Vogelsanger Straße 330	20	14,0
2	Vogelsanger Straße 246	20	14,8
3	Oskar-Jäger-Straße 173a	20	13,7
4	Widdersdorfer Straße 205	20	16,2
5	Widdersdorfer Straße 196/196a	20	14,1
6	Freifläche / MU 6.1	20	13,3
7	Widdersdorfer Straße 206/208	20	14,3
8	Maarweg 148	20	15,5
9	Widdersdorfer Straße 220/222	20	16,8
10	Widdersdorfer Straße 226	20	15,8
11	Maarweg 152 / MU 9.1	20	14,3
12	Biogasanlage / MU 10	20	16,4
13	Freifläche / MU 1	20	14,7
14	Freifläche / MU 2.1	20	14,6
15	Freifläche / Quartierspark	20	12,3

Die Ergebnisse für den Planfall 2035 zeigen, dass der Grenzwert zum Jahresmittelwert für PM₁₀ von 20 µg/m³ an allen Immissionsorten sowie auch in allen übrigen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebietes eingehalten wird. Die höchsten Konzentrationen liegen dabei in Abschnitten der Widdersdorfer Straße (Immissionsort 9) vor.

Entsprechend der EU-Richtlinie 2024/2881 [8] darf darüber hinaus eine tagesmittlere PM₁₀-Konzentration von 45 µg/m³ an nicht mehr als 18 Tagen pro Jahr überschritten werden.

Auswertungen von Messwerten des Luftmessnetzes des LANUV NRW der Jahre 2012 bis 2023 zeigen, dass mehr als 18 Überschreitungstage erst ab einem Jahresmittelwert von 22,7 µg/m³ erreicht wurden (siehe auch Kapitel 7.3).

Die Berechnungsergebnisse zeigen somit, dass im Planfall 2035 auch die maximal zulässige Anzahl an Überschreitungstagen eingehalten wird.

8.2.3 Feinstaub (PM_{2,5})

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM_{2,5}) in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 5.4 für den Planfall 2035 innerhalb des Plangebiets sowie in dessen Umfeld dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.8 die prognostizierten PM_{2,5}-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.8: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM_{2,5}) im Planfall für das Jahr 2035

Nr.	Immissionsort Beschreibung	Jahresmittelwerte [µg/m ³] Feinstaub (PM _{2,5})	
		IGW JMW	Planfall 2035
1	Vogelsanger Straße 330	10	8,8
2	Vogelsanger Straße 246	10	9,0
3	Oskar-Jäger-Straße 173a	10	8,7
4	Widdersdorfer Straße 205	10	9,6
5	Widdersdorfer Straße 196/196a	10	8,7
6	Freifläche / MU 6.1	10	8,4
7	Widdersdorfer Straße 206/208	10	8,8
8	Maarweg 148	10	9,4
9	Widdersdorfer Straße 220/222	10	10,2
10	Widdersdorfer Straße 226	10	9,7
11	Maarweg 152 / MU 9.1	10	8,9
12	Biogasanlage / MU 10	10	9,9

Nr.	Immissionsort Beschreibung	Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Feinstaub ($\text{PM}_{2,5}$)	
		IGW JMW	Planfall 2035
13	Freifläche / MU 1	10	9,0
14	Freifläche / MU 2.1	10	8,6
15	Freifläche / Quartierspark	10	8,0

Die Ergebnisse für den Planfall 2035 zeigen, dass der Grenzwert zum Jahresmittelwert für $\text{PM}_{2,5}$ von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowohl an allen Immissionsorten als auch in allen übrigen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebietes eingehalten wird. Die höchsten Konzentrationen liegen dabei in Abschnitten der Widdersdorfer Straße (Immissionsort 9) vor.

Die EU-Richtlinie 2024/2881 [8] führt einen neuen Kurzzeitgrenzwert für Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ ein. Hierbei darf eine tagesmittlere $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an nicht mehr als 18 Tagen überschritten werden.

Auswertungen von Messwerten des Luftmessnetzes NRW der Jahre 2010 bis 2022 zeigen, dass mehr als 18 Überschreitungstage vereinzelt schon ab einer jahresmittleren $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten können. In der Regel treten mehr als 18 Überschreitungstage jedoch erst bei höheren jahresmittleren Konzentrationen auf.

Die Berechnungsergebnisse zeigen somit, dass im Planfall 2035 die maximal zulässige Anzahl an Überschreitungstagen wahrscheinlich knapp eingehalten wird.

9 Zusammenfassung

Auf dem ehemaligen Max Becker-/RheinEnergie-Gelände nördlich der Widdersdorfer Straße in Köln-Ehrenfeld soll ein Quartier mit Wohnnutzungen, Büronutzungen, Kindertagesstätten, einer Schule und kulturellen Nutzungen entwickelt werden. Hierzu wird der Bebauungsplan 63460/05 "Max-Becker-Areal" aufgestellt.

Zur Beurteilung der zu erwartenden Luftqualität im Plangebiet sowie der Auswirkung des Planvorhabens auf die lufthygienische Belastungssituation in dessen Umfeld wurde eine lufthygienische Untersuchung mit Luftschadstoffausbreitungsberechnungen für die kritischen Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) durchgeführt.

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

Die Kfz-bedingten Emissionen wurden auf Grundlage der aktuellen Version des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) 4.2 berechnet.

Die Emissionen des Schienenverkehrs im Untersuchungsgebiet wurden aus Daten, die durch das Umweltzentrum der Deutschen Bahn (DB) zur Verfügung gestellt wurden, abgeleitet.

Die Hintergrundbelastung im Plangebiet wurde anhand von Messwerten umliegender Hintergrundmessstationen ermittelt.

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. Ferner erfolgte eine Beurteilung der Berechnungsergebnisse gemäß der verschärften Grenzwerte der Neufassung der EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, welche bis Dezember 2026 in nationales Recht umgesetzt sein muss.

Als Prognosejahre für die zu untersuchenden Varianten wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber und dem Umweltamt der Stadt Köln das Jahr 2029 für die Berechnungen zum Nullfall und Planfall zum Vergleich mit den geltenden Grenzwerten der 39. BImSchV [7] und das Jahr 2035 für einen Planfall zum Vergleich mit den ab 2030 geltenden Grenzwerten gemäß der Neufassung der EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [8] verwendet.

Es wurden die folgenden Szenarien untersucht:

Nullfall 2029:

- Derzeitige Bebauungssituation und Bebauung gemäß rechtskräftiger Bebauungspläne im Umfeld [10]
- Verkehrsmengen gemäß dem Szenario "Nullfall 2040" [9]
- Emissionsfaktoren für das Jahr 2029

Planfall 2029:

- Bebauungssituation wie im Nullfall zuzüglich der Realisierung des Planvorhabens "Max-Becker-Areal" gemäß dem aktuellen Bebauungsplanentwurf [1]
- Verkehrsmengen gemäß dem Szenario "Planfall 2040" [9]
- Emissionsfaktoren für das Jahr 2029

Planfall 2035:

- Bebauungssituation wie im Nullfall zuzüglich der Realisierung des Planvorhabens "Max-Becker-Areal" gemäß dem dem aktuellen Bebauungsplanentwurf [1]
- Verkehrsmengen gemäß dem Szenario "Planfall 2040" [9]
- Emissionsfaktoren für das Jahr 2035

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für den Nullfall 2029 und Planfall 2029 zeigen eine Einhaltung der in der 39. BImSchV definierten Grenzwerte (Jahresmittelwerte NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$, Kurzzeitgrenzwerte für PM_{10} und NO_2) an allen Immissionsorten und in allen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebiets.

Auch die ab 2030 geltenden verschärften Grenzwerte nach EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (Jahresmittelwerte NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$, Kurzzeitgrenzwerte für PM_{10} und NO_2) werden im Planfall 2035 in allen beurteilungsrelevanten Bereichen des Untersuchungsgebiets eingehalten.

Auswertungen von Messwerten des Luftmessnetzes NRW der Jahre 2010 bis 2022 zeigen, dass mehr als 18 Überschreitungstage vereinzelt schon ab einer jahresmittleren $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten können. In der Regel treten mehr als 18 Überschreitungstage jedoch erst bei höheren jahresmittleren Konzentrationen auf.

Somit wird im Planfall 2035 die maximal zulässige Anzahl an Überschreitungstagen wahrscheinlich knapp unterschritten.

Peutz Consult GmbH

i.V. Dipl.-Ing. Oliver Streuber

(fachliche Verantwortung / Projektbearbeitung)

i.V. Dipl.-Geogr. Björn Siebers

(Qualitätskontrolle)

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1.1: Bebauungsplan 63460/05 "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld
- Anlage 1.2: Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Nullfall 2029" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld
- Anlage 1.3: Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Planfall 2029" und "Planfall 2035" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal"
- Anlage 1.4: Übersichtslageplan mit Darstellung des MISKAM-Rechengebietes
- Anlage 2.1: Übersichtslageplan mit Darstellung der Straßenabschnitte für die Emissionsberechnungen zum "Nullfall 2029", "Planfall 2029" und "Planfall 2035"
- Anlage 2.2: Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnung für den "Nullfall 2029"
- Anlage 2.3: Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnung für den "Planfall 2029"
- Anlage 2.4: Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnung für den "Planfall 2035"
- Anlage 2.5: DB-Strecken im Untersuchungsgebiet
- Anlage 3.1: Stickstoffdioxid (NO₂) Gesamtbelastung für den "Nullfall 2029" mit einer Hintergrundbelastung von 14,4 µg/m³ - Grenzwert 40 µg/m³
- Anlage 3.2: Stickstoffdioxid (NO₂) Gesamtbelastung für den "Planfall 2029" mit einer Hintergrundbelastung von 14,4 µg/m³ - Grenzwert 40 µg/m³
- Anlage 3.3: Änderung des Jahresmittelwertes von Stickstoffdioxid (NO₂) (Planfall 2029 minus Nullfall 2029)
- Anlage 3.4: Stickstoffdioxid (NO₂) Gesamtbelastung für den "Planfall 2035" mit einer Hintergrundbelastung von 13,9 µg/m³ - Grenzwert 20 µg/m³
- Anlage 4.1: Feinstaub (PM₁₀) Gesamtbelastung für den "Nullfall 2029" mit einer Hintergrundbelastung von 12,3 µg/m³ - Grenzwert 40 µg/m³
- Anlage 4.2: Feinstaub (PM₁₀) Gesamtbelastung für den "Planfall 2029" mit einer Hintergrundbelastung von 12,3 µg/m³ - Grenzwert 40 µg/m³
- Anlage 4.3: Änderung des Jahresmittelwertes von Feinstaub (PM₁₀) (Planfall 2029 minus Nullfall 2029)
- Anlage 4.4: Feinstaub (PM₁₀) Gesamtbelastung für den "Planfall 2035" mit einer Hintergrundbelastung von 11,9 µg/m³ - Grenzwert 20 µg/m³

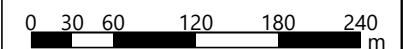
- Anlage 5.1: Feinstaub (PM_{2,5}) Gesamtbelastung für den "Nullfall 2029" mit einer Hintergrundbelastung von 8,0 µg/m³ - Grenzwert 25 µg/m³
- Anlage 5.2: Feinstaub (PM_{2,5}) Gesamtbelastung für den "Planfall 2029" mit einer Hintergrundbelastung von 8,0 µg/m³ - Grenzwert 25 µg/m³
- Anlage 5.3: Änderung des Jahresmittelwertes von Feinstaub (PM_{2,5})
(Planfall 2029 minus Nullfall 2029)
- Anlage 5.4: Feinstaub (PM_{2,5}) Gesamtbelastung für den "Planfall 2035" mit einer Hintergrundbelastung von 7,8 µg/m³ - Grenzwert 10 µg/m³

Anlage 1.1: Bebauungsplan 63460/05 "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld
Planstand: 20.06.2025

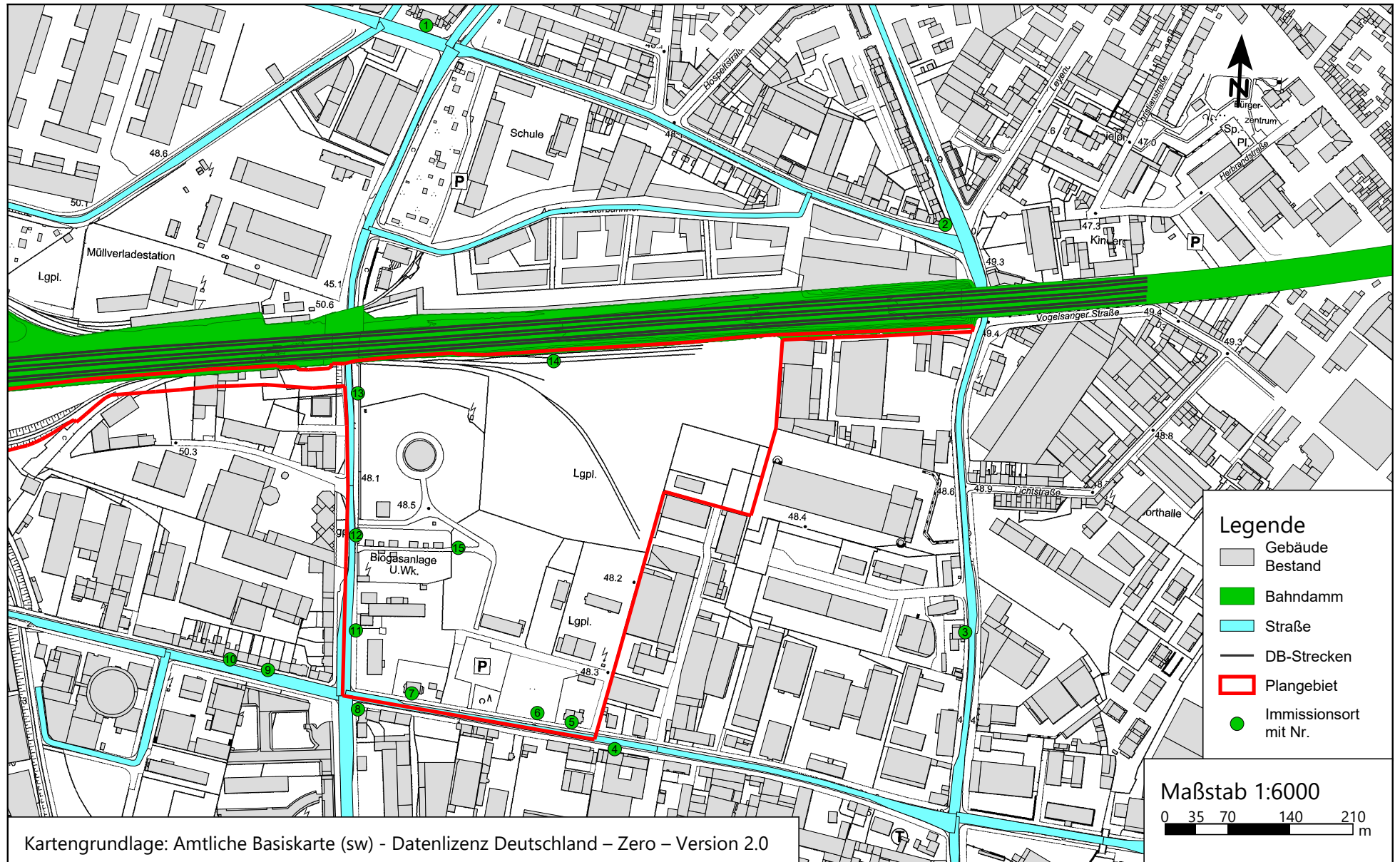


Bebauungsplan: Stadt Köln

Maßstab 1:5500

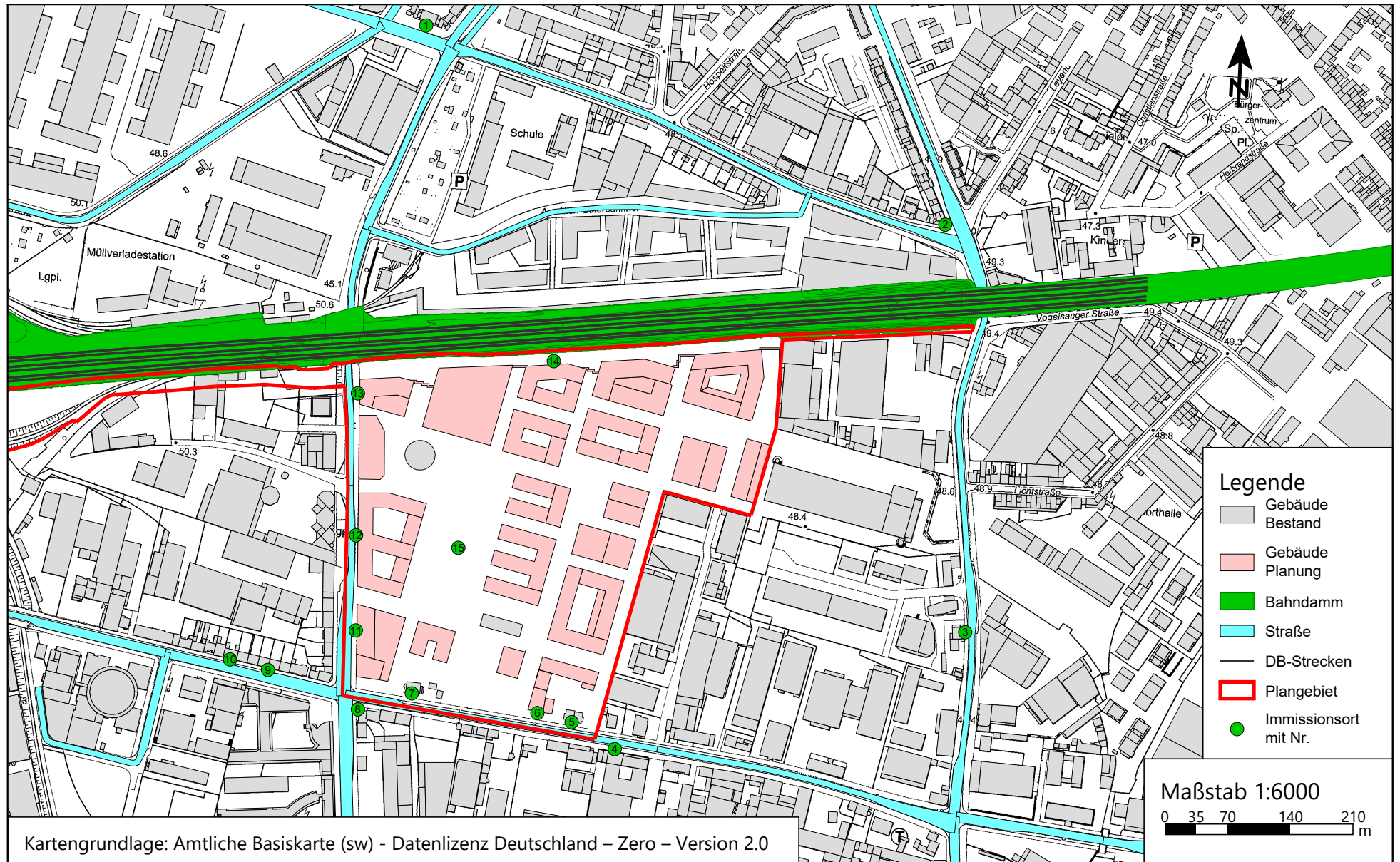


Anlage 1.2: Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Nullfall 2029" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld

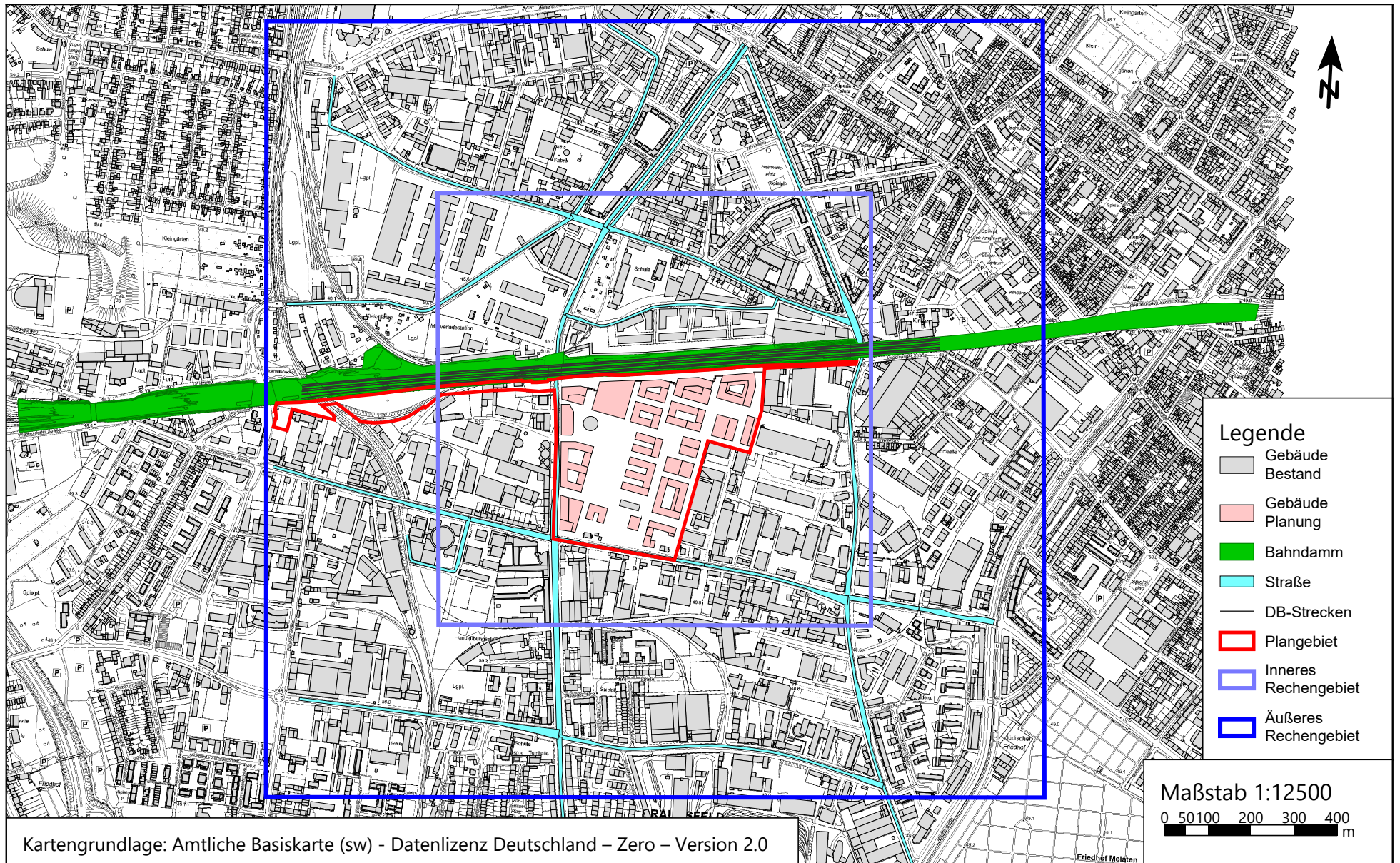


Kartengrundlage: Amtliche Basiskarte (sw) - Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0

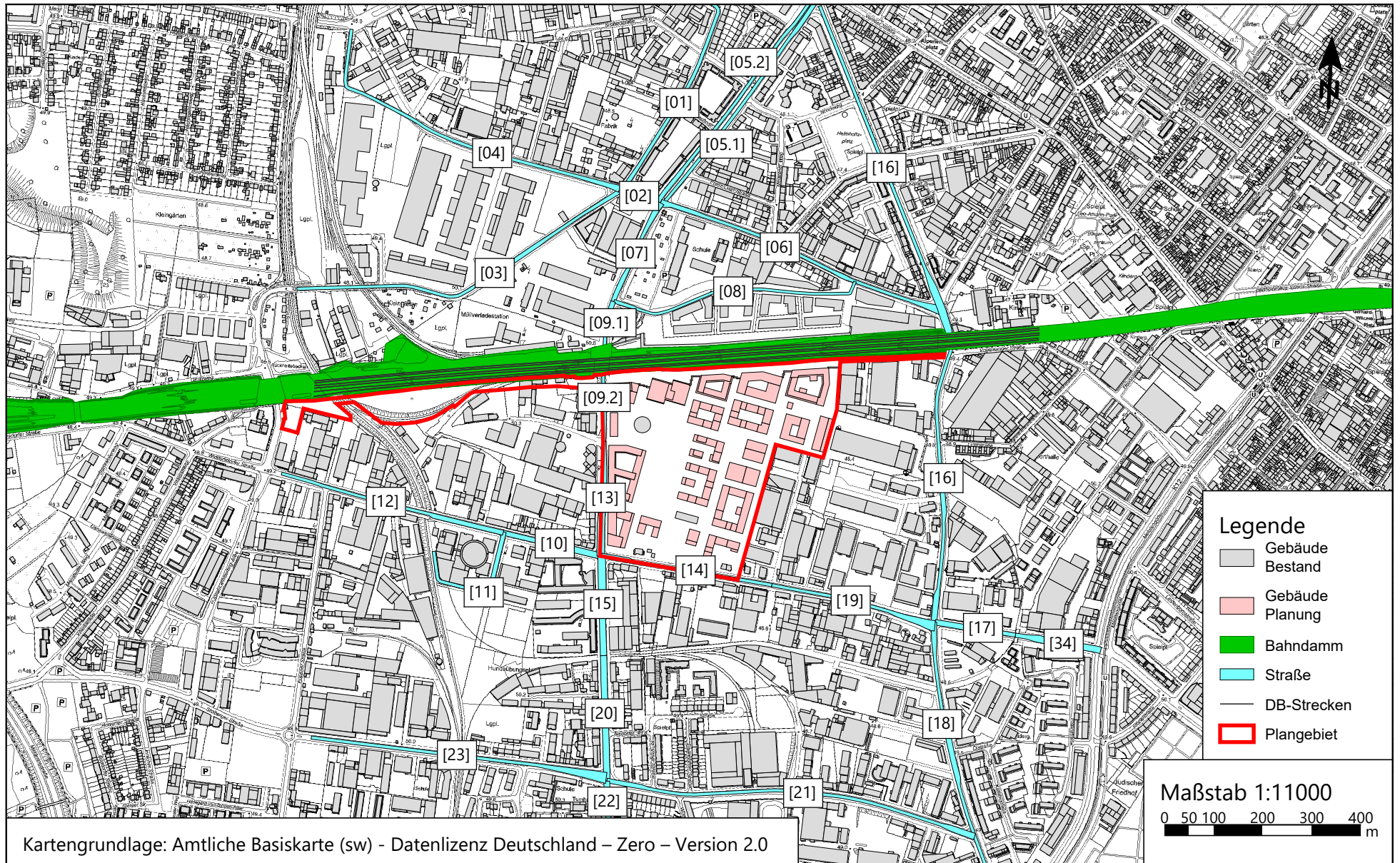
Anlage 1.3: Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Planfall 2029" und "Planfall 2035" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld



Anlage 1.4: Übersichtslageplan mit Darstellung des MISKAM-Rechengebietes zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld



Anlage 2.1: Übersichtslageplan mit Darstellung der Straßenabschnitte für die Emissionsberechnungen zum "Nullfall 2029", "Planfall 2029" und "Planfall 2035" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld

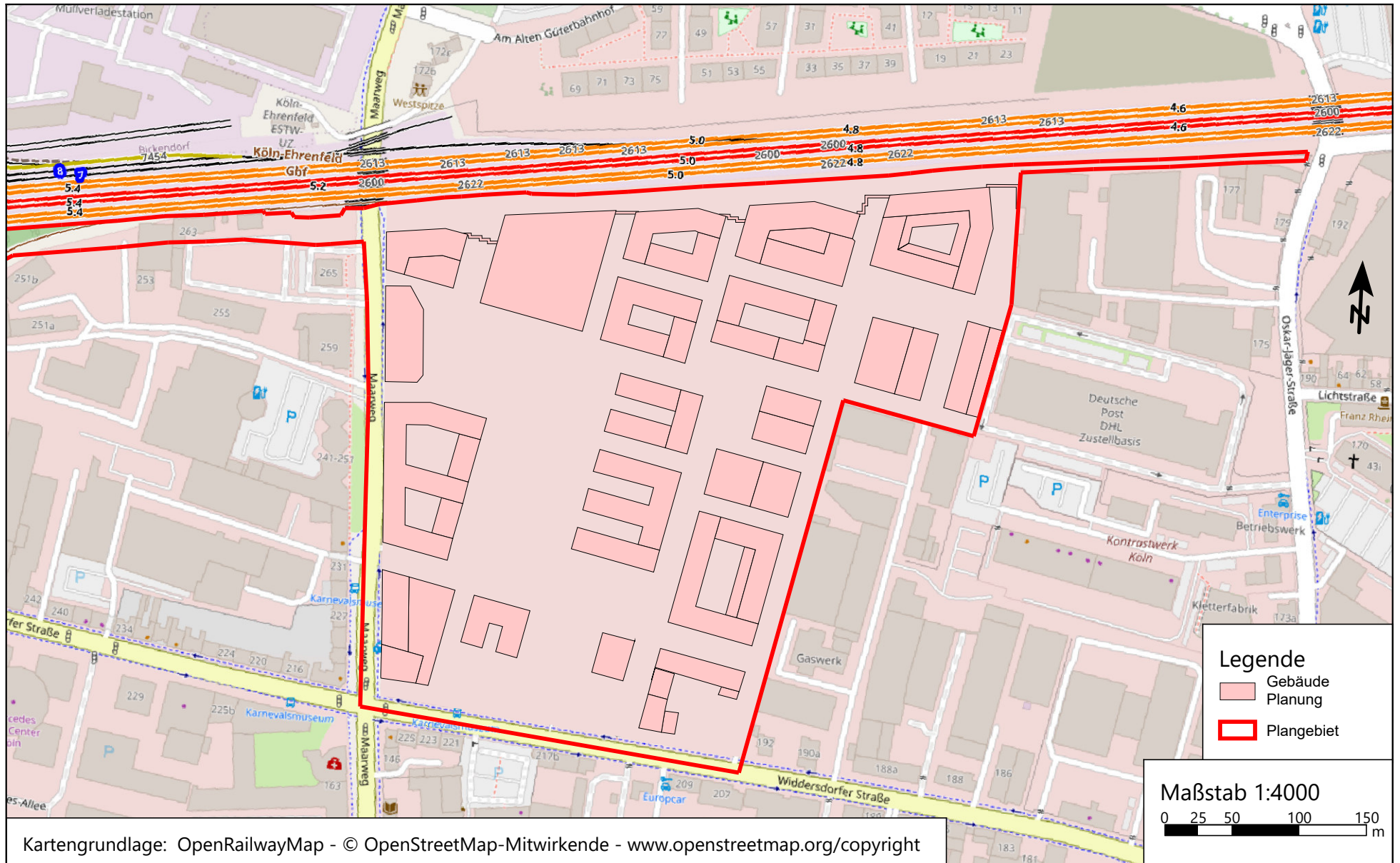


ID	Straßenname	DTV [Kfz/24h]	Anteil sNfz [%]	Anteil INfz [%]	Verkehrssituation				Steigung [%]	Anzahl Fahr- spuren	Typ Kaltstart	Typ Tagesgang	LOS1 [%]	LOS2 [%]	LOS3 [%]	LOS4 [%]	LOS5 [%]	PM ₁₀ [g/m·d]	PM _{2,5} [g/m·d]	NO _x [g/m·d]
					Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50												
1	[01] Vitalisstraße <>	4600	6,5	10,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	18,7	81,3	0,0	0,0	0,0	0,237	0,099	0,826
2	[02] Vogelsanger Straße <>	12600	6,4	10,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,5	4	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,672	0,271	2,330
3	[03] Vitalisstraße <>	9500	8,9	10,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,2	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,586	0,218	1,883
4	[04] Vogelsanger Straße <>	7400	4,4	12,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,4	2	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,351	0,152	1,296
5	[05.1] Äußere Kanalstraße > NO	7550	6,0	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	-0,1	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,397	0,158	1,339
6	[05.2] Äußere Kanalstraße > SW	7550	6,0	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	+0,1	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,398	0,159	1,362
7	[06] Vogelsanger Straße <>	9000	5,0	9,0	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,446	0,184	1,561
8	[07] Maarweg <>	11400	4,5	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,8	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,552	0,229	1,979
9	[08] Am alten Güterbahnhof <>	1900	5,0	7,7	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	30	±0,3	2	residential	doublepeak	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,079	0,040	0,433
10	[09.1] Maarweg <>	11300	4,0	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±1,4	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,530	0,223	1,950
11	[09.2] Maarweg <>	11300	4,0	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±1,9	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,530	0,223	1,974
12	[10] Widdersdorfer Straße <>	16700	5,6	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	3	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,866	0,347	2,959
13	[11] Mercedes-Allee <>	3000	5,4	8,4	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	50	±0,0	2	commercial	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,171	0,061	0,609
14	[12] Widdersdorfer Straße <>	16200	6,1	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,949	0,342	3,043
15	[13] Maarweg <>	11300	4,1	8,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,6	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,533	0,225	1,932
16	[14] Widdersdorfer Straße <>	16400	5,2	9,3	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,2	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,906	0,339	3,005
17	[15] Maarweg <>	10100	3,5	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	4	radial	doublepeak	18,7	81,3	0,0	0,0	0,0	0,436	0,195	1,618
18	[16] Oskar-Jäger-Straße <>	11600	4,1	9,3	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,548	0,231	1,965
19	[17] Weinsbergstraße <>	17800	4,1	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±2,3	3	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,842	0,355	3,170
20	[18] Oskar-Jäger-Straße <>	15000	3,0	9,3	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,705	0,290	2,532
21	[19] Widdersdorfer Straße <>	15800	4,7	9,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,843	0,322	2,835
22	[20] Maarweg <>	10400	3,0	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,3	4	radial	doublepeak	14,2	85,8	0,0	0,0	0,0	0,441	0,199	1,669
23	[21] Stolberger Straße <>	6100	4,5	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,290	0,122	1,032
24	[22] Maarweg <>	11200	3,0	7,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,2	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,489	0,213	1,807
25	[23] Stolberger Straße <>	6400	4,5	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,304	0,128	1,076
26	[34] Weinsbergstraße <>	17600	3,6	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±2,2	3	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,804	0,345	3,063

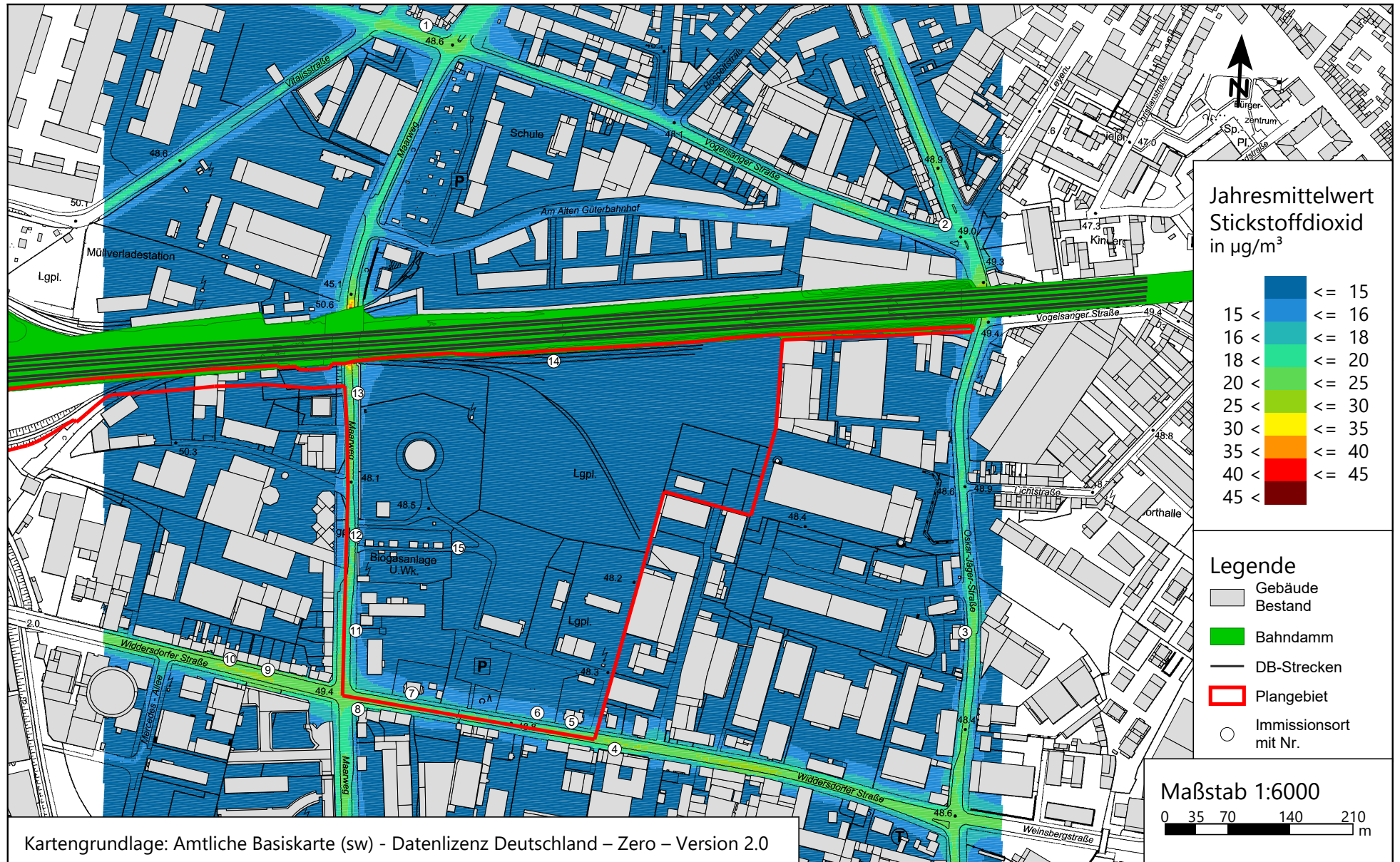
ID	Straßenname	DTV [Kfz/24h]	Anteil sNfz [%]	Anteil INfz [%]	Verkehrssituation				Steigung [%]	Anzahl Fahr- spuren	Typ Kaltstart	Typ Tagesgang	LOS1 [%]	LOS2 [%]	LOS3 [%]	LOS4 [%]	LOS5 [%]	PM ₁₀ [g/m·d]	PM _{2,5} [g/m·d]	NO _x [g/m·d]
					Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50												
1	[01] Vitalisstraße <>	4800	6,5	10,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	18,7	81,3	0,0	0,0	0,0	0,248	0,103	0,862
2	[02] Vogelsanger Straße <>	12900	6,4	10,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,5	4	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,688	0,277	2,386
3	[03] Vitalisstraße <>	10000	8,9	11,0	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,2	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,616	0,230	1,983
4	[04] Vogelsanger Straße <>	7400	4,4	12,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,4	2	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,351	0,152	1,296
5	[05.1] Äußere Kanalstraße > NO	8000	6,0	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	-0,1	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,421	0,168	1,419
6	[05.2] Äußere Kanalstraße > SW	8000	6,0	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	+0,1	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,421	0,168	1,443
7	[06] Vogelsanger Straße <>	9200	5,1	9,0	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,459	0,188	1,601
8	[07] Maarweg <>	12800	4,5	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,8	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,620	0,257	2,222
9	[08] Am alten Güterbahnhof <>	1900	5,0	7,7	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	30	±0,3	2	residential	doublepeak	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,079	0,040	0,433
10	[09.1] Maarweg <>	12600	4,0	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±1,4	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,591	0,249	2,175
11	[09.2] Maarweg <>	12600	4,0	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±1,9	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,591	0,249	2,201
12	[10] Widdersdorfer Straße <>	16400	5,6	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	3	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,850	0,340	2,906
13	[11] Mercedes-Allee <>	3000	5,4	8,4	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	50	±0,0	2	commercial	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,171	0,061	0,609
14	[12] Widdersdorfer Straße <>	16000	6,2	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,943	0,339	3,015
15	[13] Maarweg <>	12600	4,1	8,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,6	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,595	0,251	2,155
16	[14] Widdersdorfer Straße <>	18100	5,2	9,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,2	2	radial	doublepeak	3,6	64,7	23,2	5,7	2,8	1,116	0,377	3,571
17	[15] Maarweg <>	9900	3,5	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	4	radial	doublepeak	18,7	81,3	0,0	0,0	0,0	0,427	0,191	1,586
18	[16] Oskar-Jäger-Straße <>	12000	4,1	9,3	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,567	0,239	2,032
19	[17] Weinsbergstraße <>	18200	4,1	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±2,3	3	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,860	0,363	3,241
20	[18] Oskar-Jäger-Straße <>	15000	3,1	9,3	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,711	0,291	2,541
21	[19] Widdersdorfer Straße <>	16300	4,7	9,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,870	0,332	2,925
22	[20] Maarweg <>	10200	3,0	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,3	4	radial	doublepeak	18,7	81,3	0,0	0,0	0,0	0,426	0,195	1,625
23	[21] Stolberger Straße <>	6300	4,5	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,299	0,126	1,066
24	[22] Maarweg <>	11500	3,0	7,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,2	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,502	0,219	1,856
25	[23] Stolberger Straße <>	6700	4,5	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,318	0,134	1,127
26	[34] Weinsbergstraße <>	18000	3,6	8,3	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±2,2	3	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,822	0,352	3,131

ID	Straßenname	DTV [Kfz/24h]	Anteil sNfz [%]	Anteil INfz [%]	Verkehrssituation				Steigung [%]	Anzahl Fahr- spuren	Typ Kaltstart	Typ Tagesgang	LOS1 [%]	LOS2 [%]	LOS3 [%]	LOS4 [%]	LOS5 [%]	PM ₁₀ [g/m·d]	PM _{2,5} [g/m·d]	NO _x [g/m·d]
					Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50												
1	[01] Vitalisstraße <>	4800	6,5	10,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	18,7	81,3	0,0	0,0	0,0	0,244	0,099	0,444
2	[02] Vogelsanger Straße <>	12900	6,4	10,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,5	4	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,677	0,266	1,245
3	[03] Vitalisstraße <>	10000	8,9	11,0	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,2	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,607	0,221	1,042
4	[04] Vogelsanger Straße <>	7400	4,4	12,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,4	2	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,345	0,146	0,661
5	[05.1] Äußere Kanalstraße > NO	8000	6,0	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	-0,1	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,414	0,161	0,732
6	[05.2] Äußere Kanalstraße > SW	8000	6,0	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	+0,1	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,415	0,161	0,740
7	[06] Vogelsanger Straße <>	9200	5,1	9,0	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,452	0,181	0,817
8	[07] Maarweg <>	12800	4,5	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,8	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,610	0,247	1,144
9	[08] Am alten Güterbahnhof <>	1900	5,0	7,7	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	30	±0,3	2	residential	doublepeak	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,077	0,038	0,277
10	[09.1] Maarweg <>	12600	4,0	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±1,4	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,581	0,239	1,125
11	[09.2] Maarweg <>	12600	4,0	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±1,9	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,581	0,239	1,147
12	[10] Widdersdorfer Straße <>	16400	5,6	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	3	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,837	0,327	1,489
13	[11] Mercedes-Allee <>	3000	5,4	8,4	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	50	±0,0	2	commercial	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,168	0,058	0,340
14	[12] Widdersdorfer Straße <>	16000	6,2	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,929	0,325	1,545
15	[13] Maarweg <>	12600	4,1	8,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,6	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,585	0,241	1,100
16	[14] Widdersdorfer Straße <>	18100	5,2	9,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,2	2	radial	doublepeak	3,6	64,7	23,2	5,7	2,8	1,100	0,360	1,834
17	[15] Maarweg <>	9900	3,5	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	4	radial	doublepeak	18,7	81,3	0,0	0,0	0,0	0,420	0,184	0,800
18	[16] Oskar-Jäger-Straße <>	12000	4,1	9,3	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,557	0,230	1,028
19	[17] Weinsbergstraße <>	18200	4,1	8,8	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±2,3	3	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,846	0,349	1,692
20	[18] Oskar-Jäger-Straße <>	15000	3,1	9,3	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,699	0,279	1,268
21	[19] Widdersdorfer Straße <>	16300	4,7	9,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,856	0,318	1,479
22	[20] Maarweg <>	10200	3,0	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,3	4	radial	doublepeak	18,7	81,3	0,0	0,0	0,0	0,419	0,187	0,820
23	[21] Stolberger Straße <>	6300	4,5	8,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,1	2	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,294	0,121	0,542
24	[22] Maarweg <>	11500	3,0	7,4	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,2	2	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,494	0,210	0,932
25	[23] Stolberger Straße <>	6700	4,5	7,9	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±0,0	2	radial	doublepeak	10,3	89,7	0,0	0,0	0,0	0,313	0,129	0,572
26	[34] Weinsbergstraße <>	18000	3,6	8,3	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	50	±2,2	3	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,809	0,339	1,623

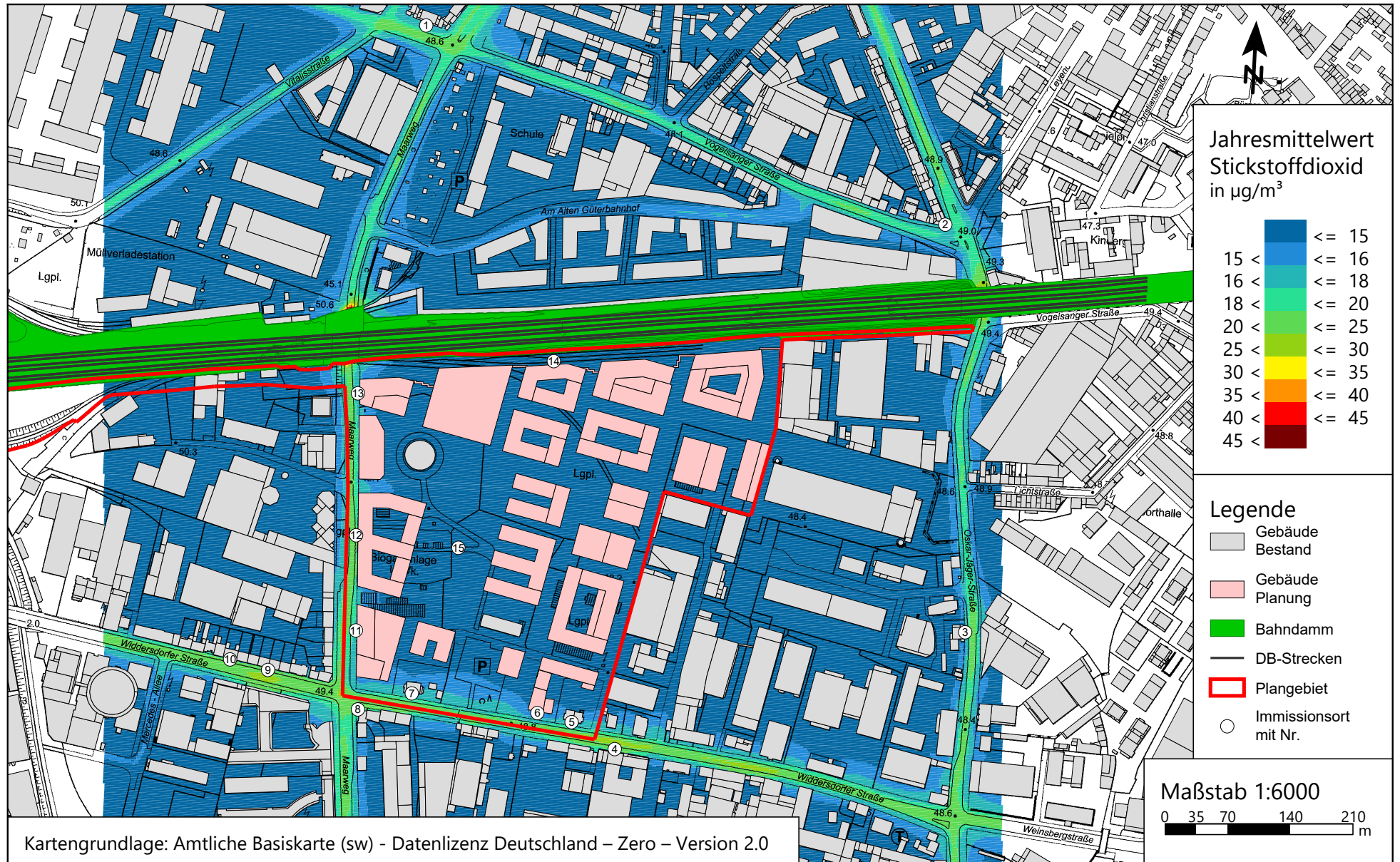
Anlage 2.5: DB-Strecken im Untersuchungsgebiet



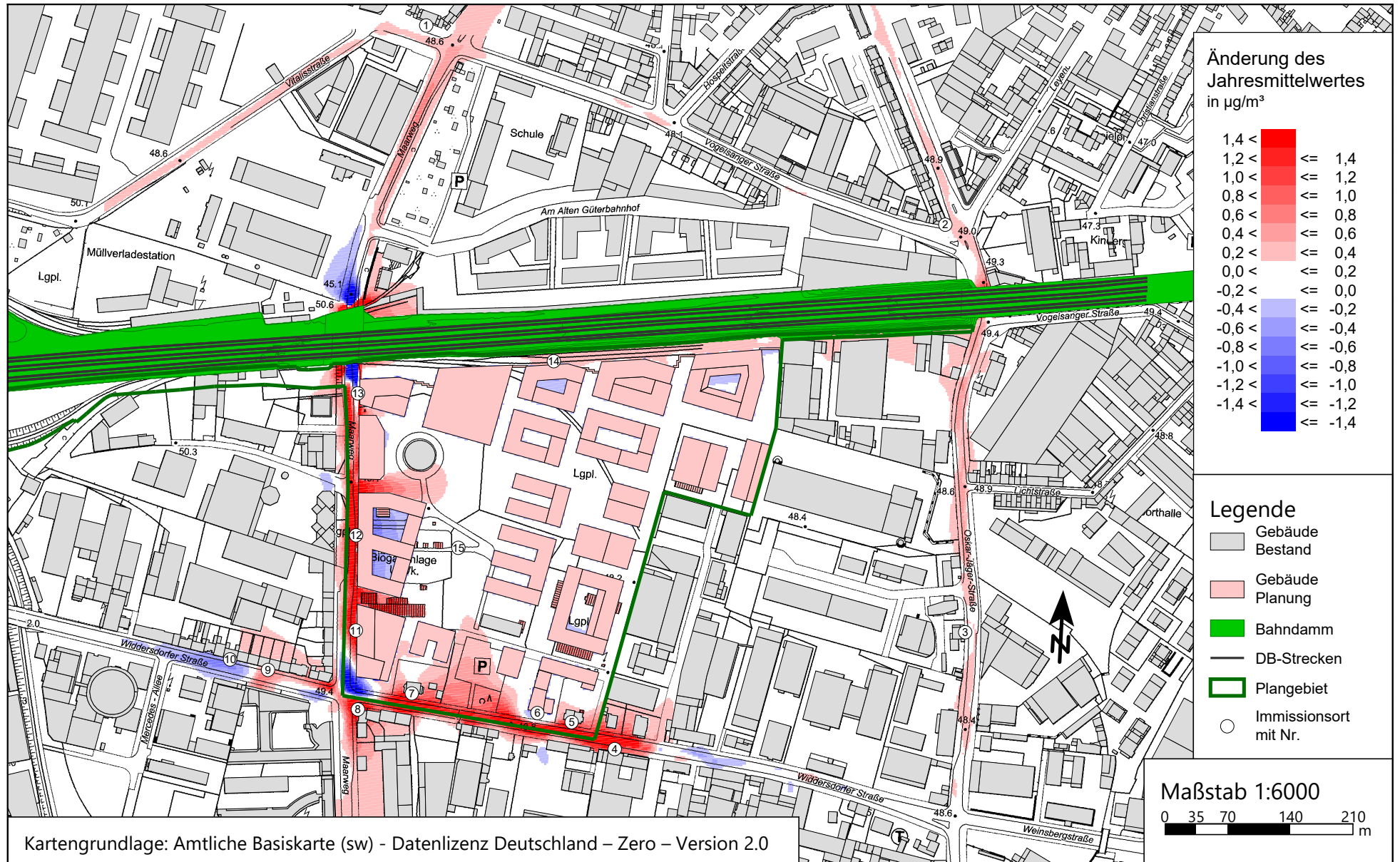
Anlage 3.1: Stickstoffdioxid (NO₂) Gesamtbelastung (Jahresmittelwert h = 1,5 m) für den "Nullfall 2029" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld mit einer Hintergrundbelastung von 14,4 µg/m³ - Grenzwert 40 µg/m³



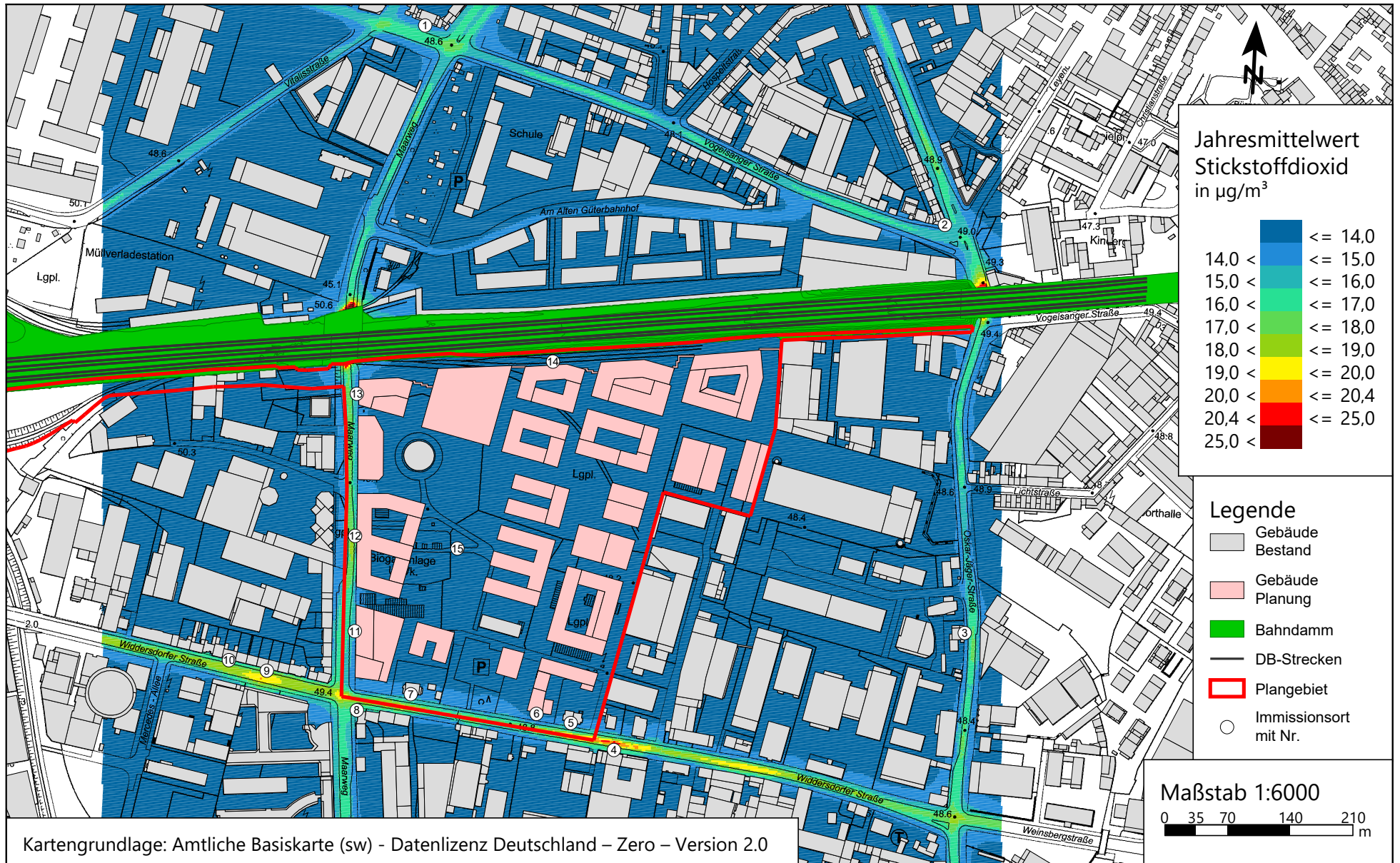
Anlage 3.2: Stickstoffdioxid (NO₂) Gesamtbelastung (Jahresmittelwert h = 1,5 m) für den "Planfall 2029" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld mit einer Hintergrundbelastung von 14,4 µg/m³ - Grenzwert 40 µg/m³



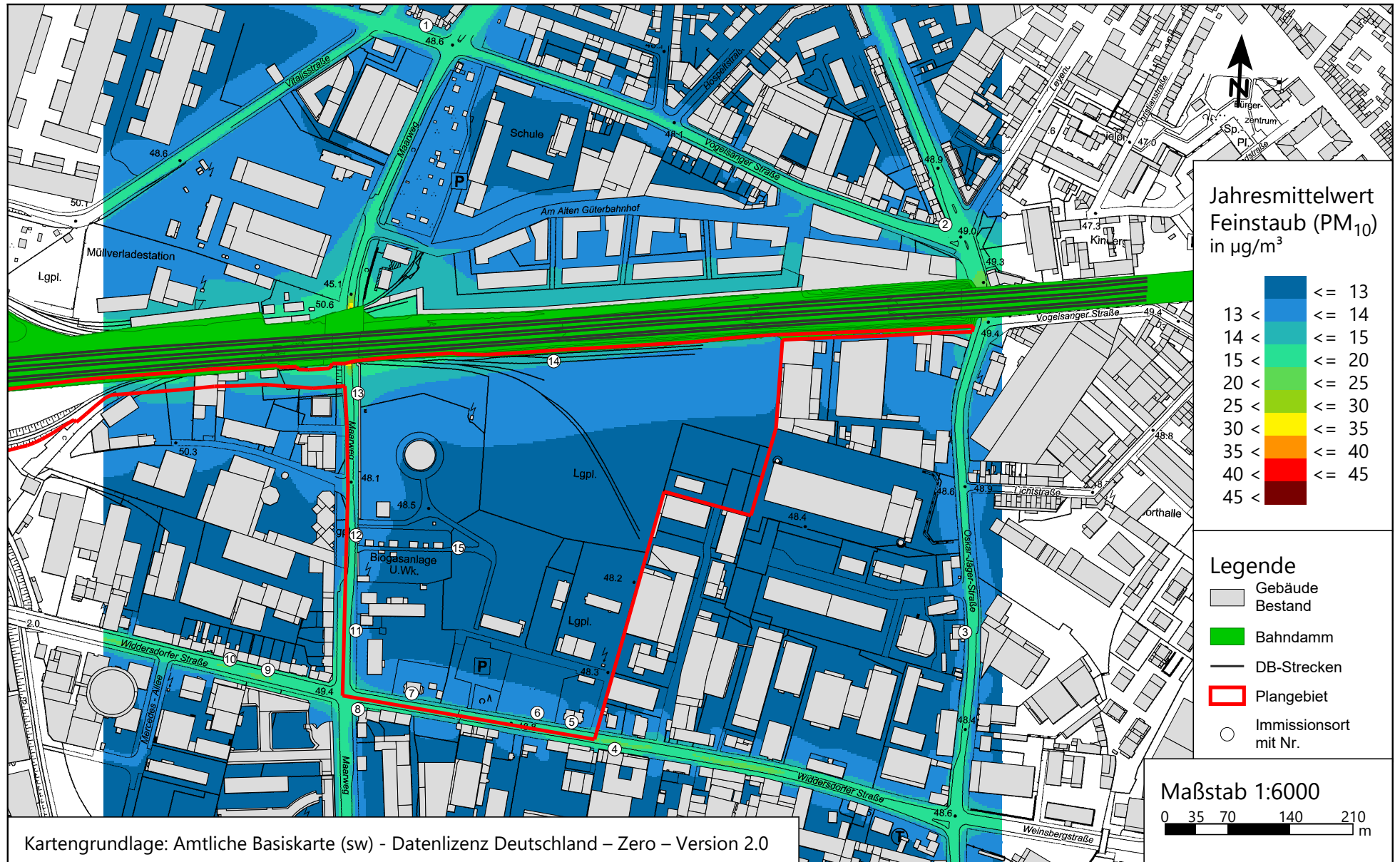
Anlage 3.3: Änderung des Jahresmittelwertes von Stickstoffdioxid (NO₂)
zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld
(Planfall 2029 minus Nullfall 2029)



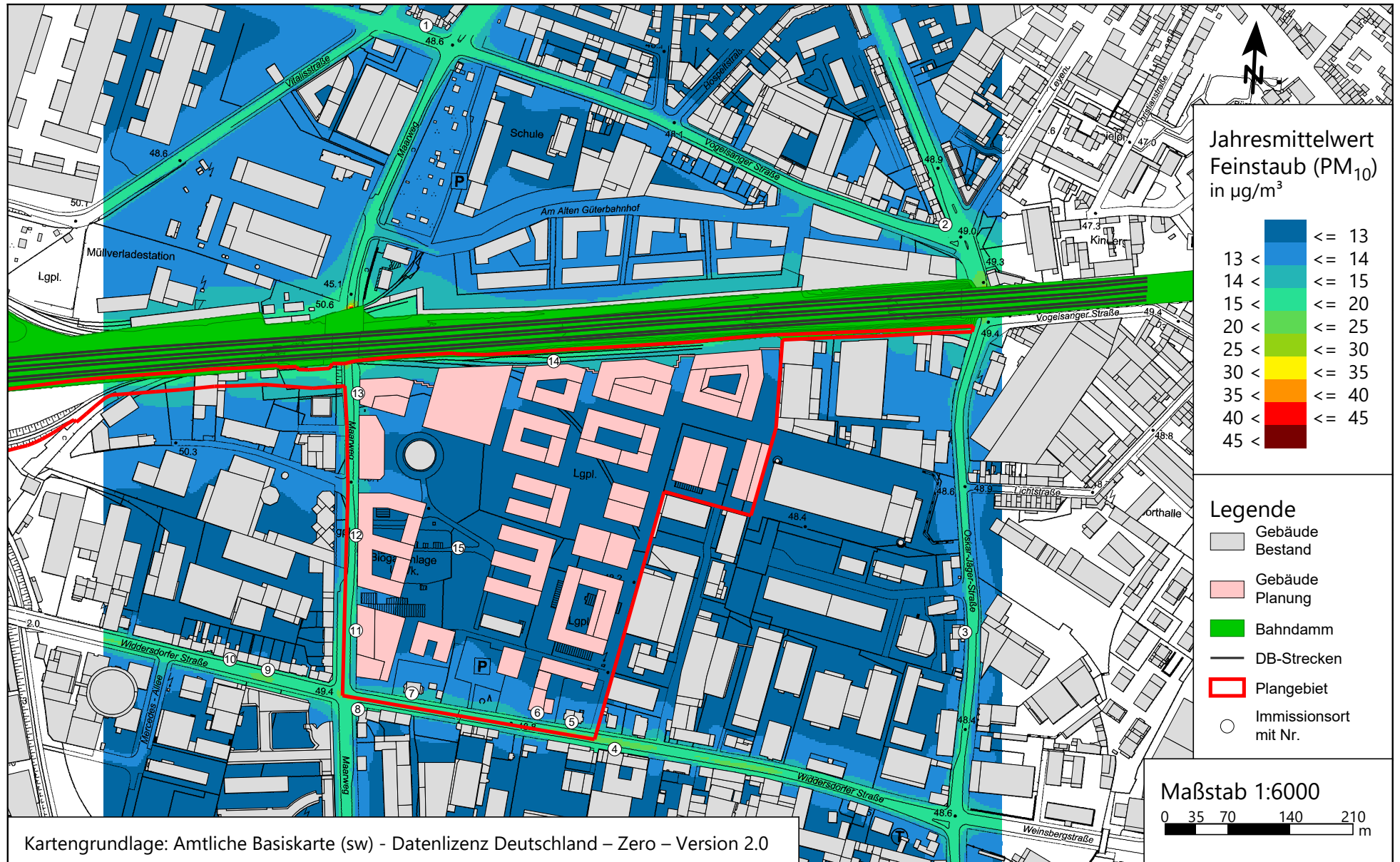
Anlage 3.4: Stickstoffdioxid (NO₂) Gesamtbelastung (Jahresmittelwert h = 1,5 m) für den "Planfall 2035" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld mit einer Hintergrundbelastung von 13,9 µg/m³ - Grenzwert 20 µg/m³



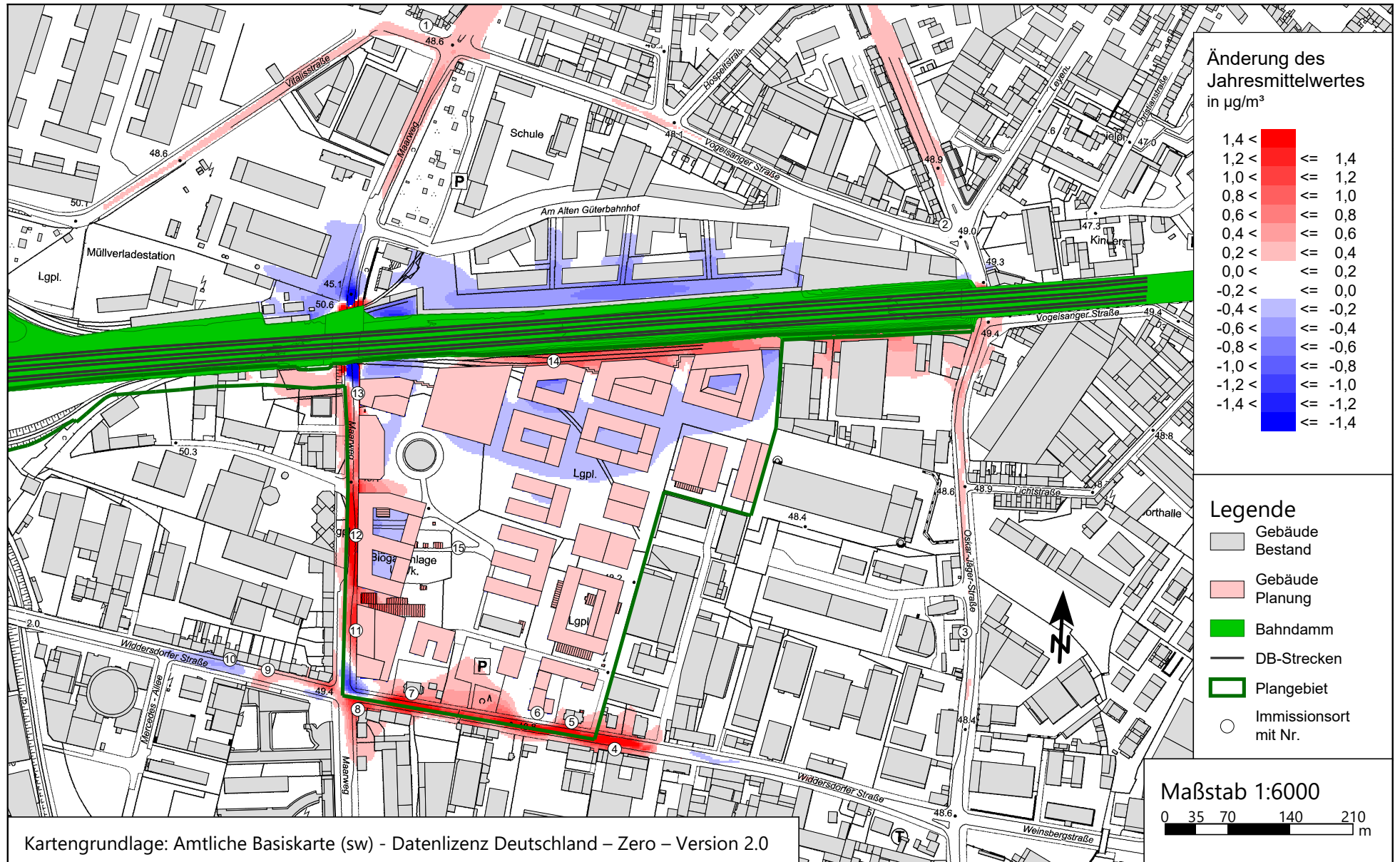
Anlage 4.1: Feinstaub (PM₁₀) Gesamtbelastung (Jahresmittelwert h = 1,5 m) für den "Nullfall 2029" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld mit einer Hintergrundbelastung von 12,3 µg/m³ - Grenzwert 40 µg/m³



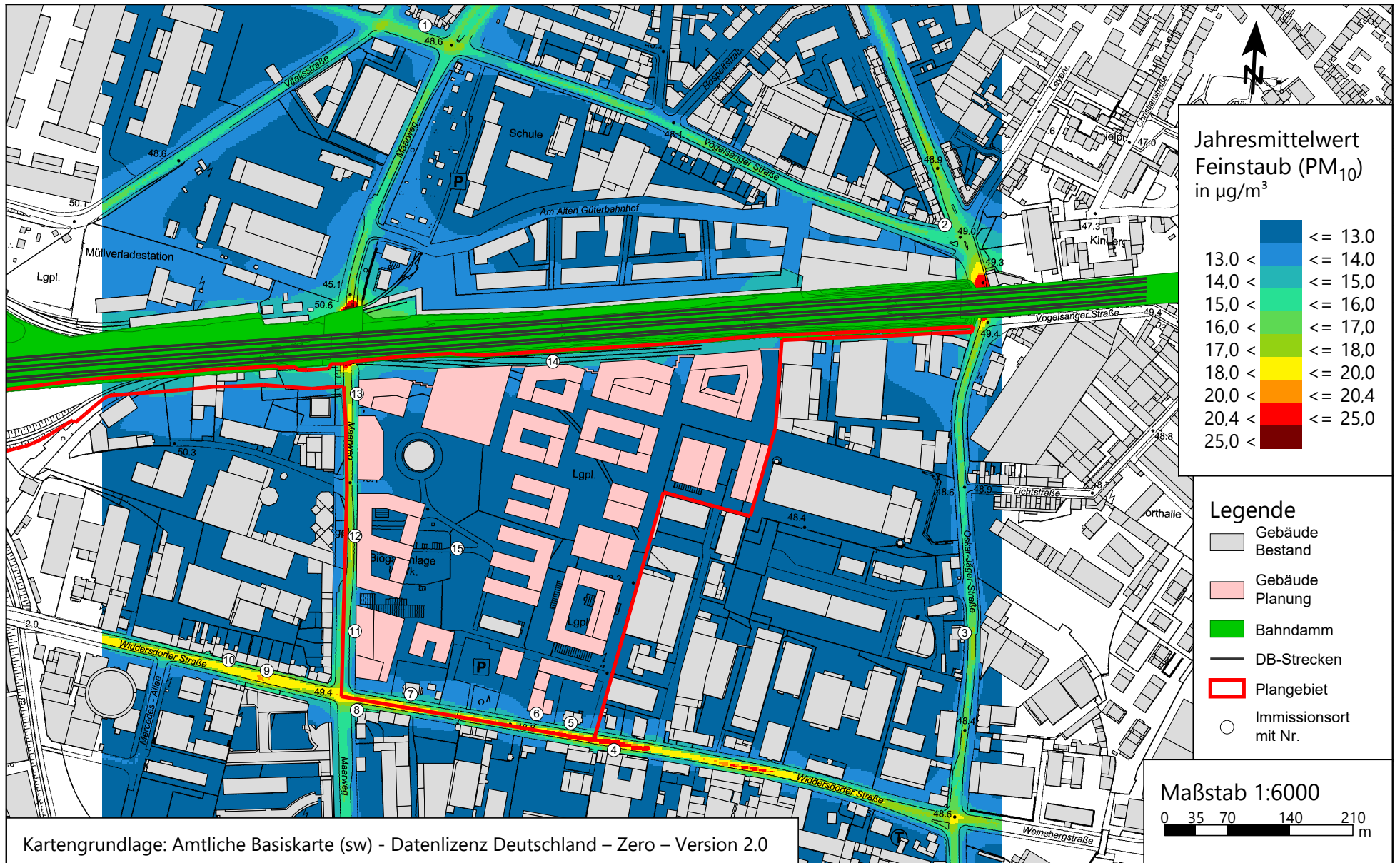
Anlage 4.2: Feinstaub (PM₁₀) Gesamtbelastung (Jahresmittelwert h = 1,5 m) für den "Planfall 2029" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld mit einer Hintergrundbelastung von 12,3 µg/m³ - Grenzwert 40 µg/m³



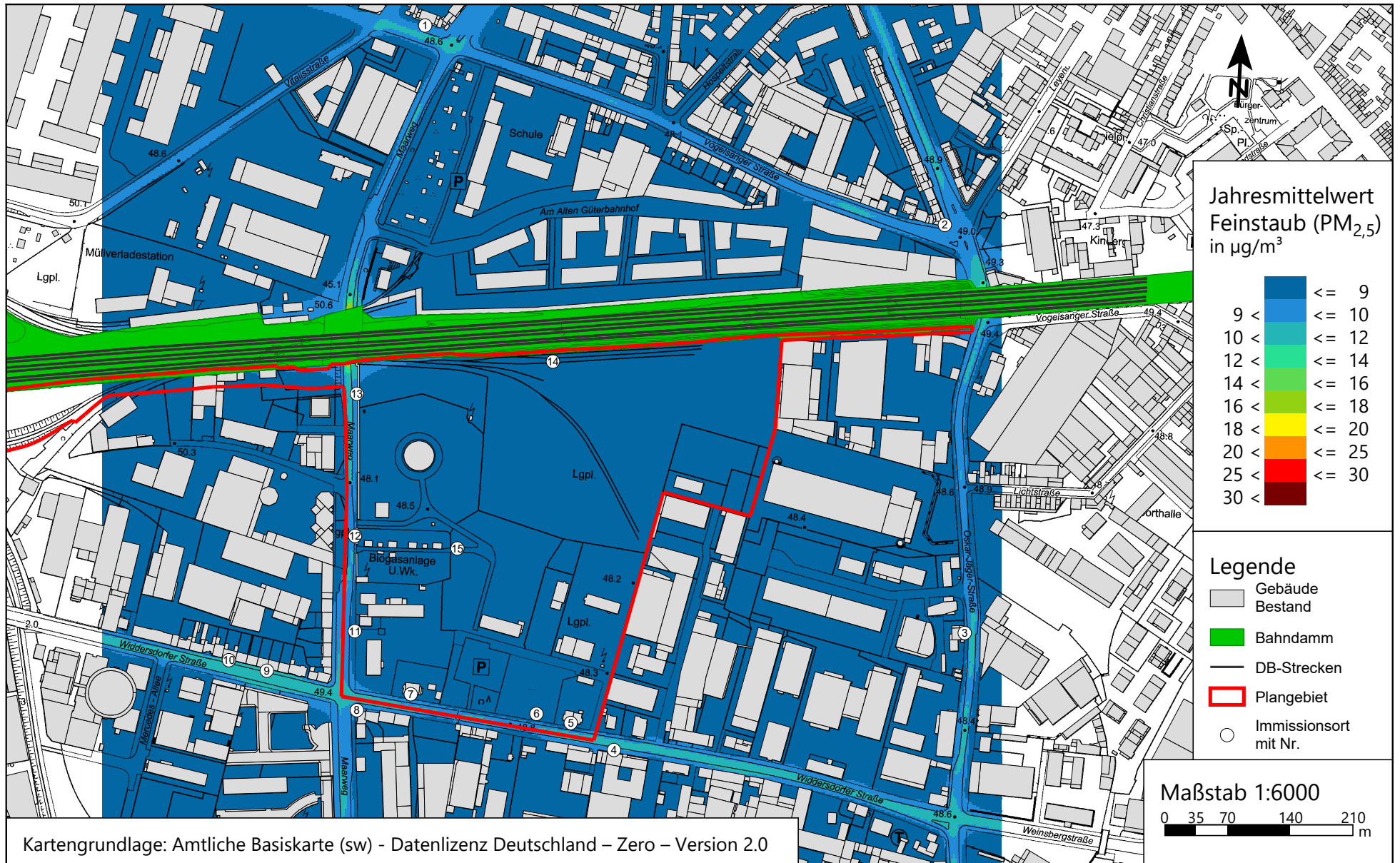
Anlage 4.3: Änderung des Jahresmittelwertes von Feinstaub (PM₁₀) zum
 Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld
 (Planfall 2029 minus Nullfall 2029)



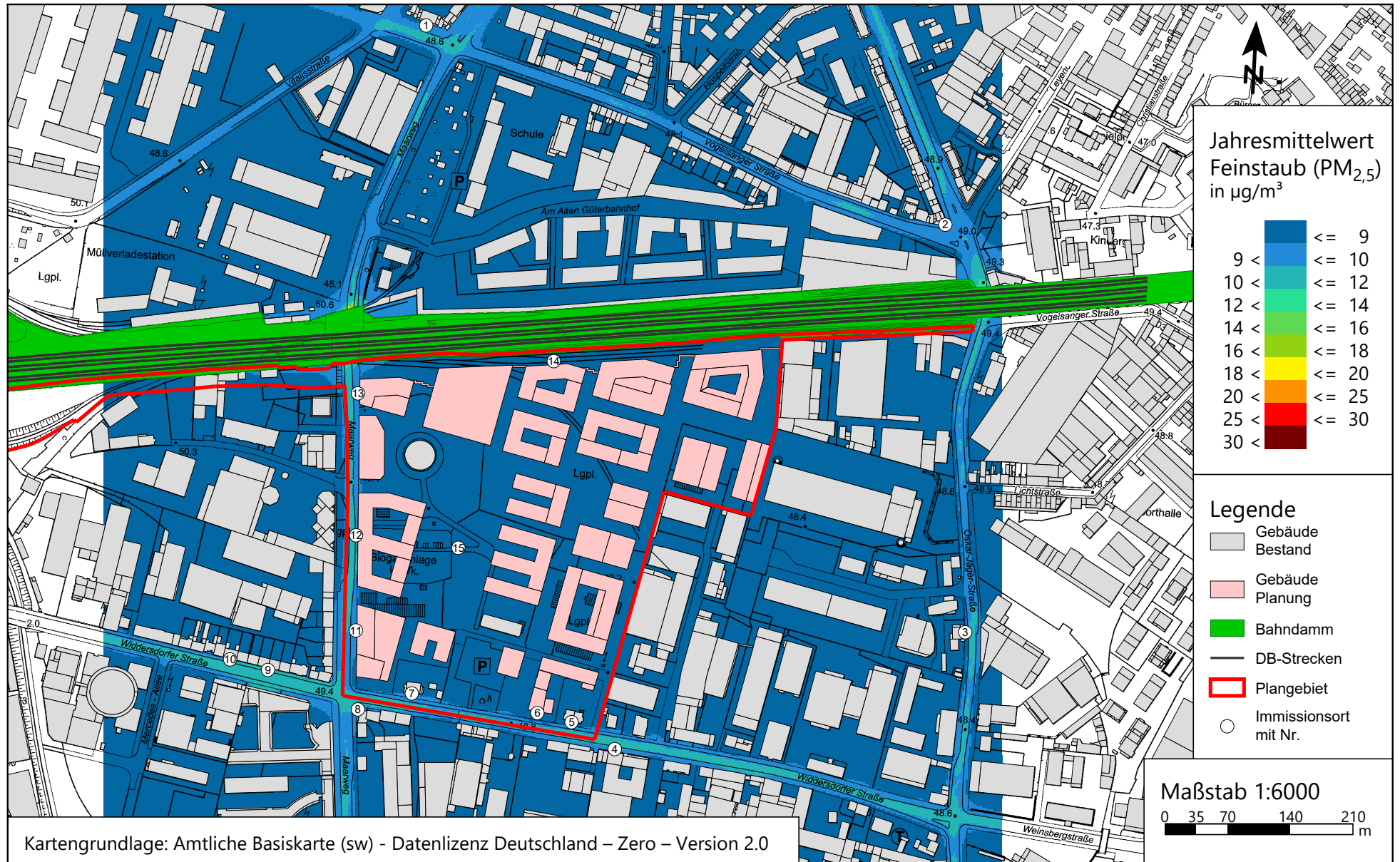
Anlage 4.4: Feinstaub (PM₁₀) Gesamtbelastung (Jahresmittelwert h = 1,5 m) für den "Planfall 2035" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld mit einer Hintergrundbelastung von 11,9 µg/m³ - Grenzwert 20 µg/m³



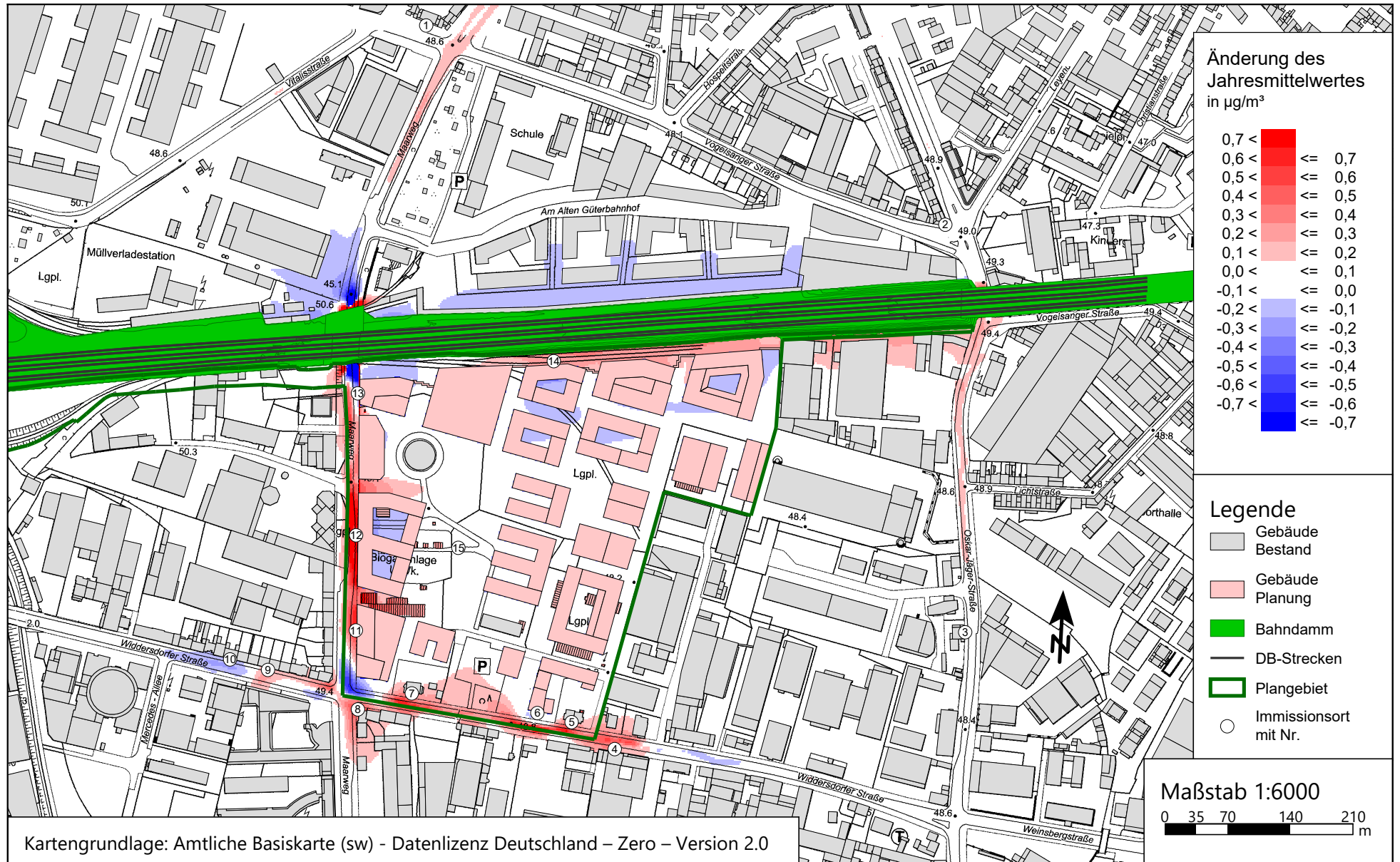
Anlage 5.1: Feinstaub (PM_{2,5}) Gesamtbelastung (Jahresmittelwert h = 1,5 m) für den "Nullfall 2029" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld mit einer Hintergrundbelastung von 8,0 µg/m³ - Grenzwert 25 µg/m³



Anlage 5.2: Feinstaub (PM_{2,5}) Gesamtbelastung (Jahresmittelwert h = 1,5 m) für den "Planfall 2029" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld mit einer Hintergrundbelastung von 8,0 µg/m³ - Grenzwert 25 µg/m³



Anlage 5.3: Änderung des Jahresmittelwertes von Feinstaub (PM_{2,5}) zum
 Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld
 (Planfall 2029 minus Nullfall 2029)



Anlage 5.4: Feinstaub (PM_{2,5}) Gesamtbelastung (Jahresmittelwert h = 1,5 m) für den "Planfall 2035" zum Bebauungsplan "Max-Becker-Areal" in Köln-Ehrenfeld mit einer Hintergrundbelastung von 7,8 µg/m³ - Grenzwert 10 µg/m³

