

Lufthygienische Untersuchung

zum Bebauungsplan Nr. 2147

„PaketPost-Areal“

in München

Bericht Nr. 710-6150-LH-4

im Auftrag der

PI Nymphenburg Entwicklung GmbH & Co. KG

82031 Grünwald

München, im Mai 2024

Lufthygienische Untersuchung

zum Bebauungsplan Nr. 2147 „PaketPost-Areal“ in München

Bericht-Nr.:	710-6150-LH-4
Datum:	23.05.2024
Dieser Bericht ersetzt den	Bericht Nr. 710-6150-LH-3 vom 19.03.2024
Auftraggeber:	PI Nymphenburg Entwicklungs GmbH & Co.KG Nördliche Münchner Straße 16 82031 Grünwald
Auftragnehmer:	Möhler + Partner Ingenieure GmbH Beratung in Schallschutz + Bauphysik Landaubogen 10 D-81373 München T + 49 89 544 217 - 0 F + 49 89 544 217 - 99 www.mopa.de info@mopa.de
Bearbeiter:	M. Sc. C. Bews M. Sc. P. Patsch

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	10
2. Örtliche Gegebenheiten	10
3. Grundlagen.....	11
3.1 Beurteilungsgrundlagen.....	11
3.2 Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen	14
4. Eingangsdaten	16
4.1 Ermittlung der Emissionen.....	16
4.2 Meteorologische Verhältnisse	29
4.3 Digitales Gebäude- bzw. Geländemodell	31
5. Durchführung der Immissionsprognose.....	32
5.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung.....	32
5.2 Bodenrauigkeit.....	33
5.3 Windfeldberechnung	33
5.4 Hintergrundbelastung	35
6. Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen.....	36
6.1 Prognose-Nullfall	37
6.2 Prognose-Planfall	40
7. Beurteilung	44
7.1 Planvorhaben	44
7.2 Auswirkung auf die Nachbarschaft.....	44
8. Formulierungsvorschlag für den Bebauungsplan.....	50
8.1 Satzung	50
8.2 Begründung.....	51
9. Anlagen	54

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes für PM_{10} in Abhängigkeit vom Jahresmittelwert.....	13
Abbildung 2:	graphische Darstellung der Emissionsfaktoren (exhaust) von 2020 bis 2035 nach Hbefa 4.2 [24].....	15
Abbildung 3:	Darstellung der funktionalen Straßentypen untergliedert in ländlich geprägt und Agglomeration, Quelle HBEFA 4.2 [24].....	17
Abbildung 4:	Lage der Tiefgaragenöffnungen im Plangebiet	24
Abbildung 5:	Häufigkeitsverteilung der mittleren stündlichen Windgeschwindigkeit.....	30
Abbildung 6:	Windrichtungshäufigkeitsverteilung.....	30
Abbildung 7:	Modellierung der Paketpost-Halle (Blickrichtung: Nordwesten).....	31
Abbildung 8:	Modellierung der Friedenheimer Brücke (Blickrichtung: Südosten)	32
Abbildung 9:	Gemittelttes Windfeld, mittlere Aufpunkthöhe $h = 1,7$ m üGOK, Nullfall.....	34
Abbildung 10:	Gemittelttes Windfeld, mittlere Aufpunkthöhe $h = 1,7$ m üGOK, Planfall.....	35
Abbildung 11:	Hintergrundbelastung, Messwerte im LÜB-Messnetz [31].....	36
Abbildung 12:	NO_2 - Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Nachbarschaft und im Plangebiet (Nullfall).....	37
Abbildung 13:	PM_{10} - Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Nachbarschaft und im Plangebiet (Nullfall).....	38
Abbildung 14:	$PM_{2,5}$ - Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Nachbarschaft und im Plangebiet (Nullfall).....	39
Abbildung 15:	NO_2 - Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Nachbarschaft und im Plangebiet (Planfall).....	40
Abbildung 16:	PM_{10} - Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Nachbarschaft und im Plangebiet (Planfall).....	41
Abbildung 17:	$PM_{2,5}$ - Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Nachbarschaft und im Plangebiet (Planfall).....	42
Abbildung 18:	Differenz zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall für NO_2	45
Abbildung 19:	Differenz zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall für PM_{10}	46
Abbildung 20:	Differenz zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall für $PM_{2,5}$	47

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV (auszugsweise) [2].....	11
Tabelle 2:	Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gem. dem Entwurf der EU-Kommission [4]	12
Tabelle 3:	Verkehrsmengen (Pkw [Pkw/24h], Lkw [Lkw/24h]) und Tempolimits [km/h].....	18
Tabelle 4:	Emissionen und Verkehrszustände für den Nullfall [gerundet auf 2.Kommastelle].....	20
Tabelle 5:	Emissionen und Verkehrszustände für den Planfall [gerundet auf 2.Kommastelle]	21
Tabelle 6:	Emissionen des Postparkplatzes [g/h] (gerundet auf 2. Nachkommastelle) im Prognose-Nullfall.....	23
Tabelle 7:	Emissionen der Tiefgarage an der Arnulfstraße (Ergebnisse gerundet auf 2. Nachkommastelle)	26
Tabelle 8:	Emissionen der Tiefgarage an der Arnulfstraße (Ergebnisse gerundet auf 2. Nachkommastelle)	28
Tabelle 9:	Emissionen der Tiefgarage an der Arnulfstraße (Ergebnisse gerundet auf 2. Nachkommastelle)	29
Tabelle 10:	Auswirkung des Planfalls auf die Nachbarschaft, Vergleich Jahresmittelwerte der Schadstoffe NO ₂ , PM ₁₀ und PM _{2,5} [µg/m ³].....	48

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist"
- [2] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- [3] WHO global air quality guidelines, Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, World Health Organization (WHO), <https://iris.who.int/handle/10665/345329> (Stand: 21.09.2021), zuletzt aufgerufen am 18.03.2024
- [4] Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa (Neufassung) mit Anhängen 1-11, Brüssel, 26.10.2022
- [5] Neufassung der Ersten Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), vom 18. August 2021
- [6] VDI 3945 – Blatt 3 Umweltmeteorologie, Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell, April 2020
- [7] Verkehrszahlen zum Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2147 „PaketPost-Areal“, erstellt durch Vössing Ingenieurgesellschaft mbH am 28.01.2024 (Version 8) und per E-Mail übermittelt am 28.01.2024
- [8] Ber_710-5111_SU, Schalltechnische Untersuchung, Briefzentrum Bauteile 1 und 2 Arnulfstraße 195 in München, erstellt durch Möhler und Partner Ingenieure AG, Stand: 24.01.2017
- [9] Planunterlagen (Grundrisse, Ansichten, Schnitte) zum Paket-Post-Areal, Herzog & De Meuron; Planstand: 26.07.2023
- [10] Entwurf Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2147 der LHM, Planstand 16.10.2023
- [11] Bebauungsplan Nr. 272 der Landeshauptstadt München, Arnulf-Wilhelm-Hale-Straße, Postbahnhof, Maßstab 1:1000, Stand: 12.05.1967
- [12] Bebauungsplan Nr. 1926b der Landeshauptstadt München, Wilhelm-Hale-Straße (westlich); Schloßschmidstraße (nördlich) und Hirschgarten (östlich), Maßstab 1:1000, Stand: 01.07.2008
- [13] Bebauungsplan Nr. 1926a der Landeshauptstadt München, Bereich Birketweg zwischen Hirschgarten, Arnulf-, Schäringer-, Richelstraße, Donnersbergerbrücke und südlich bis Gleisbereich, Maßstab 1:1000, Stand: 05.03.2007

- [14] Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 1902 der Landeshauptstadt München, Arnulf, Nibelungenstraße bis Ferdinand-Maria-Straße, entlang der nördl. und östl. Grundstücksgrenze des Käthe-Kollwitz-Gymnasiums sowie Steubenplatz, Maßstab 1:1000, Stand: 22.05.2002
- [15] Digitaler Flächennutzungsplan der LHM, zuletzt aufgerufen am 18.03.2024, Link: <https://geoportal.muenchen.de/portal/fnp/>
- [16] Urteil vom 26.05.2004, Bundesverwaltungsgericht, BVerwG 9 A 6.03
- [17] Urteil vom 30.01.2006, Oberverwaltungsgericht Rheinland-Pfalz 8. Senat 8 C 11367/05
- [18] Urteil vom 05.09.2017, Bayerischer Verwaltungsgerichtshof, 2N 16.1308
- [19] Urteil vom 10.10.2012 – BVerwG 9 A 19.11, Bundesverwaltungsgericht
- [20] IVU-Umwelt (2002): Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Messnetz – 3. Teilbericht
- [21] PM₁₀-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM₁₀-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsberechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005
- [22] PM₁₀-Emissionen an Außerortsstraßen, Düring, Bösinger & Lohmeyer, 2005
- [23] PC-Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RluS 2012, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG, 2012
- [24] Hbefa (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.2, Quick Reference, Bern, Februar 2022
- [25] HBEFA 4.2 Documentation of updates, INFRAS Research and Consulting, 24. Februar 2022
- [26] HBEFA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.1, Quick Reference, Bern, September 2019
- [27] HBEFA 4.1 Development Report, INFRAS Research and Consulting, Heidelberg, 21 August 2019
- [28] Work programme 2016-2018 for HBEFA Version 4.1, Report of the work carried out for work package 2, WSP 29.04.2019
- [29] Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG, Stand: Juni, 2011
- [30] EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019, 1.A.3.b.vi Road Vehicle Tyre and Brake Wear, Stand: 2019
- [31] Bayerisches Landesamt für Umwelt (2022): Lufthygienische Jahresberichte von 2005 bis 2022

- [32] Luftreinhalteplan für die Stadt München, 7. Fortschreibung, Regierung von Oberbayern, Stand: Oktober 2019
- [33] 8. Fortschreibung des Luftreinhalteplans München, Landeshauptstadt München, Referat für Klima- und Umweltschutz, 21.12.2022
- [34] Anpassung der 8. Fortschreibung des Luftreinhalteplans München, Landeshauptstadt München, Referat für Klima- und Umweltschutz, 26.09.2023
- [35] VDI 3782 - Blatt 7 Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengung, November 2003
- [36] Hamburger Leitfaden - Luftschadstoffe in der Bauleitplanung, 2011
- [37] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, technical guidance to prepare national emission inventories, European Environment Agency, Stand: 21.11.2016
- [38] Technical reports for MOVES2014 (MOtor Vehicle Emissions Simulator (MOVES)), United States Environmental Protection Agency, link: <https://www.epa.gov/moves/moves-onroad-technical-reports>
- [39] Compilation of Air Emissions Factors (AP-42), United States Environmental Protection Agency (EPA), link: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>
- [40] PM10-Emissionsfaktoren von Abriebspartikeln des Strassenverkehrs (APART), Transport Research and Innovation Monitoring and Information System (TRIMIS), 2006-2009
- [41] Ermittlung von Emissionsfaktoren von Kraftfahrzeugen unter Berücksichtigung zukünftiger Antriebskonzepte und der Vorkette von Kraftstoffen - Arbeitspaket 2: Emissionsfaktoren aus Abrieb und Wiederaufwirbelung, Düring, Schmidt und Lohmeyer, 2016
- [42] Scientific Report NORTRIP model and development and documentation, Norwegian Institute for Air Research, 2012
- [43] AKTerm-Zeitreihe Zeitraum 01.01.2016-31.12.2016 (repräsentatives Jahr), Deutscher Wetterdienst DWD, Messstation 3379 München-Stadt, erstellt am 30.06.2022 durch die IFU GmbH
- [44] Cost Action 732 - Best Practice Guideline for the CFD Simulation of Flows in the Urban Environment, 1. Mai, 2007
- [45] MISKAM, Version 6.3, Dr. J. Eichhorn, Universität Mainz, Juli 2014
- [46] Soundplan, Version 8.0, SoundPLAN GmbH, 2017
- [47] IMMIS^{em/luf}, Version 9.001, IVU Umwelt GmbH, 2023
- [48] Paketposthalle - Prüfung lufthygienisches Gutachten, Referat für Klima- und Umweltschutz (RKU), 30.04.2024

Zusammenfassung:

In der vorliegenden Untersuchung wurde für das Plangebiet (sog. Paketpost-Areal) südlich der Arnulfstraße, östlich der Wilhelm-Hale-Straße und nordöstlich des Birketwegs die Luftschadstoffsituation ermittelt und beurteilt. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

Die Immissionsprognose wurde auf Basis einer Ausbreitungsberechnung mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM für die wesentlichen verkehrsbedingten Schadstoffkomponenten NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ durchgeführt. Neben der prognostizierten Verkehrsschadstoffbelastung wurde die bestehende Gebäudekonfiguration (Nullfall) sowie unter Berücksichtigung der Planung (Planbebauung, Tiefgaragen und erhöhte Verkehrsmengen auf den umliegenden Straßen aufgrund des Prognose-Planfalls) abgebildet. Die Beurteilung erfolgte nach der 39. BImSchV.

Plangebiet

Die höchsten Schadstoffwerte treten in den Bereichen der Tiefgaragenöffnungen auf. Dabei werden Überschreitungen im Bereich der Tiefgaragenein-/ausfahrten der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV für NO_2 prognostiziert. Im 1. Obergeschoss und in einem Abstand von 4 m (TG 1 und TG 3) bzw. 8 m vom Mittelpunkt der Ein-/Ausfahrt wird der Immissionsgrenzwert für NO_2 wieder eingehalten. Die Immissionsgrenzwerte für Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) werden bereits im Nahbereich der Ein-/Ausfahrt eingehalten.

Zum Schutz der angrenzenden Nutzungen im Nahbereich der Tiefgaragen sind daher keine Maßnahmen erforderlich, solange sich diese nicht in einem horizontalen Abstand von 4 m (TG 1 und TG 3) bzw. 8 m (TG 2) zum Mittelpunkt der Tiefgaragenein-/ausfahrt befinden.

Nachbarschaft

Die Auswirkungen des Planvorhabens auf die Nachbarschaft wurden durch eine Differenzbetrachtung (Planfall - Nullfall) ermittelt. Die höchsten Veränderungen der Schadstoffbelastung für NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ treten an der Bestandsbebauung nördlich der Tiefgaragenöffnung des Plangebäudes MU (3) auf, die bis zu $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 , $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ betragen. Die Luftschadstoffkonzentrationen betragen nach Errichtung des Planvorhabens bis $25,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 , $16,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} und $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$.

Derartige Erhöhungen der Luftschadstoffbelastung von mehr als 3 % des Immissionsjahresmittelwertes sind gemäß der TA-Luft als relevant anzusehen. Die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV werden jedoch in der Nachbarschaft ganzheitlich eingehalten. Um eine Vereinbarkeit der Planung mit der Schutzbedürftigkeit der Nachbarschaft zu erreichen, sollten bei den Tiefgaragen betriebliche und technische Maßnahmen (z.B. ausreichend dimensionierte technische Be- und Entlüftungsanlage, geschlossene Tiefgaragen-Ein- und Ausfahrt im Bereich der Verhältnismäßigkeit ausgeschöpft werden, um die Emissionen so gering wie möglich zu halten.

1. Aufgabenstellung

Die Stadt München plant die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 2147 auf dem jetzigen Briefverteilzentrum der Post an der Arnulfstraße in München. Das Plangebiet befindet sich im Geltungsbereich des bestehenden Bebauungsplans Nr. 1926a als SO Gebiet für postalische Nutzung und südlich der Arnulfstraße und östlich der Wilhelm-Hale-Straße als Kerngebiet. Die Planung sieht auf dem Areal der Paketposthalle eine Quartiersnutzung mit Veranstaltungen, Büro, Gewerbe (Gastronomie, Hotel, etc.), Soziale Einrichtungen und Wohnen vor. Die Nutzungen sollen neben der Paketposthalle in sieben V-geschossigen Gebäuden und zwei 155 m hohen Türmen untergebracht werden.

Südlich des Plangebietes befinden sich die Bahnlinien, die zwischen Pasing und Hauptbahnhof verlaufen und der S-Bahnhaltepunkt Hirschgarten, nördlich grenzt die Arnulfstraße inkl. dem Trambahnschienenverkehr an. Im Westen verläuft die Wilhelm-Hale Straße. Des Weiteren befinden sich in der angrenzenden Nachbarschaft gewerbliche Nutzungen wie Einzelhandel, Hotel, eine Tankstelle und das Kulturzentrum Backstage. Somit ist von diversen immissionstechnischen Belastungen auf das Plangebiet auszugehen.

Durch die Veränderung der Bebauungssituation sowie der Errichtung von Tiefgaragen im Geltungsbereich des geplanten Bebauungsplans Nr. 2147 als auch Veränderungen der Verkehrsmengen auf den umliegenden Verkehrswegen können lufthygienische Auswirkungen auf die Nachbarschaft nicht ausgeschlossen werden. Im Zuge einer lufthygienischen Untersuchung soll die Luftschadstoff-Immissionssituation im Geltungsbereich des geplanten Bebauungsplans sowie in der Nachbarschaft für die Bestandssituation (Prognose Nullfall) sowie die Planungssituation (Prognose Planfall) erhoben und beurteilt werden. Beurteilt werden die maßgebenden Schadstoffkomponenten NO_2 und Feinstäube (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) anhand der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV. Aufgrund der Rückmeldung des Referats für Klima- und Umweltschutz [48] ist eine Überarbeitung des Gutachtens (Stand: 19.03.2024) erforderlich geworden.

Mit der Überarbeitung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure GmbH am 11.09.2023 von der Büschl Unternehmensgruppe beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Die Stadt München plant die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 2147 auf dem jetzigen Briefverteilzentrum der Post an der Arnulfstraße in München. Der Geltungsbereich des geplanten Bebauungsplans Nr. 2147 – im weiteren Verlauf als Plangebiet bezeichnet – befindet sich im Geltungsbereich des bestehenden Bebauungsplans Nr. 1926a und ist als SO Gebiet für postalische Nutzung und südlich der Arnulfstraße und östlich der Wilhelm-Hale-Straße als Kerngebiet ausgewiesen. Das Plangebiet soll einer Nutzungsänderung unterzogen werden und zukünftig eine Quartiersnutzung mit Veranstaltungen, Büro, Gewerbe (Gastronomie, Hotel, etc.), soziale Einrichtungen und Wohnen ermöglichen. Das Plangebiet wird nördlich durch die Arnulfstraße, westlich durch die Wilhelm-Hale-Straße und südlich durch den Birketweg und die Reitknechtstraße begrenzt. Östlich des Plangebiets befinden sich gemäß dem Bebauungsplan Nr. 1926a [13] allgemeine Wohngebietsflächen. Im südlichen Anschluss an die Reitknechtstraße befinden sich gemäß dem Bebauungsplan Nr. 1926a [13] Sondergebietsflächen (Citylogistikzentrum) und Gewerbeflächen. Südwestlich des Plangebiets – eingeschlossen durch den Birketweg und südlich des Birketwegs – befinden sich gemäß [13] Kerngebiets-

flächen. Westlich des Plangebiets setzt der Bebauungsplan Nr. 1926a [13] ein allgemeines Wohngebiet fest. Nördöstlich des Plangebiets – südlich der Arnulfstraße – schließen gemäß dem Bebauungsplan Nr. 272 [11] Gewerbeflächen an. Im nördlichen Anschluss an die Arnulfstraße befinden sich gemäß dem Flächennutzungsplan [15] reine Wohngebiete und westlich davon gemäß dem Bebauungsplan Nr. 1902 [14] eine Kleingartensiedlung. Das Plangebiet und der weitere Umgriff sind im Wesentlichen eben. Der südliche Abschnitt der Wilhelm-Hale-Straße steigt zur südlich gelegenen Friedenheimer Brücke hin an. Die genauen örtlichen Gegebenheiten können dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

Das Plangebiet und der weitere Umgriff sind im Wesentlichen eben. Die genauen örtlichen Gegebenheiten können den Übersichtslageplänen (Anlage 1) entnommen werden.

3. Grundlagen

Als Planungsgrundlage liegen Verkehrszahlen zur Planung [7] sowie Pläne zum Planvorhaben ([9] und [10]) vor.

3.1 Beurteilungsgrundlagen

Grundlage zur Ermittlung und Beurteilung von Luftverunreinigungen ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG [1]. Dabei enthält das Gesetz keine Vorgaben für Immissionswerte. Diese werden gemäß § 48 BImSchG im Zuge von Verwaltungsvorschriften erlassen.

Für die Beurteilung der Luftqualität und die Emissionshöchstmengen ist die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) [2] maßgebend. In Teil 2 der 39. BImSchV werden Immissionswerte definiert. Von diesen Immissionswerten sind die Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid NO_2 und Schwebstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) für eine Beurteilung der verkehrsbedingten Immissionen beurteilungsrelevant, da hier am ehesten mit einer Grenzwertüberschreitung zu rechnen ist. Die übrigen Schadstoffkomponenten können demgegenüber vernachlässigt werden.

Die maßgeblichen Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind in der folgenden Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV (auszugsweise) [2]			
Stoff	Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mittelungszeitraum	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Kalenderjahr
Stickstoffdioxid NO_2 gemäß § 3	40	Jahr	-
	200	1 Stunde	18 Stunden/Jahr
Schwebstaub PM_{10} gemäß § 4	40	Jahr	-
	50	24 Stunden	35 Tage/Jahr
Schwebstaub $\text{PM}_{2,5}$ gemäß § 5	25	Jahr	-

Aufgrund der neuen Luftqualitätsleitlinien der WHO [3], die eine deutliche Reduzierung der bestehenden Grenzwerte – basierend auf der aktuellen Studienlage zu gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen – vorschlagen, hat die europ. Kommission am 26.10.2022 einen Vorschlag für neue Richtlinien über Luftqualität und sauber Luft für Europa vorgeschlagen [4]. Darin wird in Anhang I Abschnitt 1 folgende Grenzwerte, die bis zum 01.01.2030 zu erreichen sind vorgeschlagen:

Tabelle 2: Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gem. dem Entwurf der EU-Kommission [4]			
Stoff	Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mittelungszeitraum	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Kalenderjahr
Stickstoffdioxid NO_2 gemäß § 3	20	Jahr	-
	50	Tag	18 Tage/Jahr
	200	1 Stunde	1 Stunde/Jahr
Schwebstaub PM_{10} gemäß § 4	20	Jahr	-
	45	24 Stunden	18 Tage/Jahr
Schwebstaub $\text{PM}_{2,5}$ gemäß § 5	25	Tag	18 Tage/Jahr
	10	Jahr	-

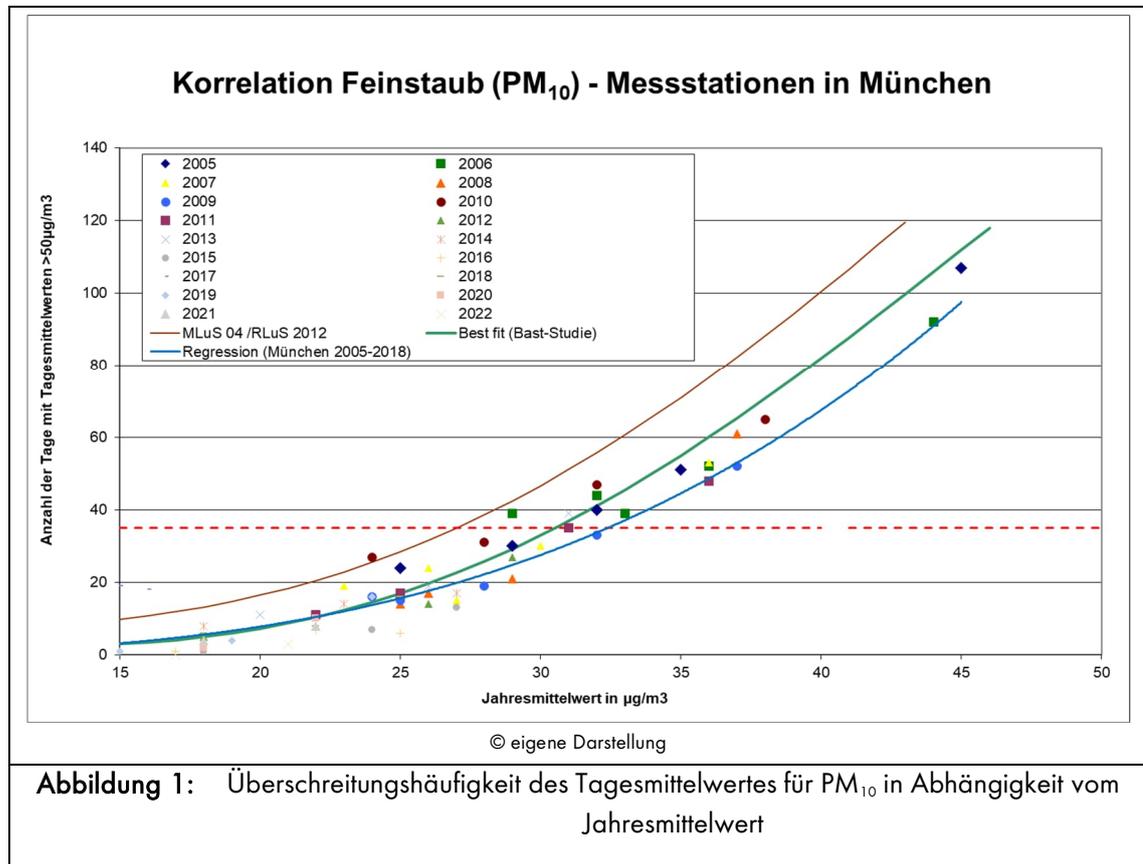
Rot: Veränderungen im Vergleich zu den Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV

Am 13.09.2023 hat das EU-Parlament für die Festlegung strengerer Grenzwerte gestimmt. Somit wird nun das EU-Parlament mit dem EU-Rat in Verhandlung über die endgültige Form des Gesetzes in Verhandlung treten. Sobald das Gesetz verabschiedet wird, ist anschließend auch davon auszugehen ist, dass die 39. BImSchV mit der Herabsetzung der Grenzwerte geändert wird. Wie lange dieser Prozess noch dauern wird, ist abschließend nicht bekannt. Solange daher in Deutschland keine andere Rechtsgrundlage vorliegt, erfolgt eine Beurteilung der Luftschadstoffbelastung weiterhin auf den bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV [2].

Bei einer prognostischen Windfeld- bzw. Ausbreitungssimulation werden aus Gründen des Rechenaufwandes meteorologische Häufigkeitsverteilungen für die verschiedenen Anströmsituationen verwendet. Die Simulation einer Zeitreihe ist bei verhältnismäßigem Aufwand praktisch nicht möglich. Insofern liegen als Ergebnis der Simulationsberechnungen Jahresmittelwerte der Schadstoffkomponenten vor. Aufgrund fehlender Tages- und Stundenmittelwerte werden anhand von Perzentilen der Jahresmittelwerte Rückschlüsse auf die Zeitreihen gezogen.

Für die Beurteilung von Schwebstaub PM_{10} ist der Tagesmittelwert maßgebend. Dies ist aus einer Vielzahl von Messergebnissen belegt ([22], [23] und [31]). Die Berechnung der Tagesmittelwerte erfolgt über die Jahresmittelwerte. Durch die Korrelation der Jahresmittelwerte mit der Anzahl der Tage mit Tagesmittelüberschreitungen lässt sich der maßgebende Jahresmittelwert bestimmen, bei dessen Überschreitung angenommen wird, dass der Tagesgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mindestens 35 Tagen im Jahr überschritten wird. In folgender Untersuchung wurde die Regression aus den PM_{10} -

Daten (Jahresmittelwert und Anzahl der Überschreitungstage) der LÜB-Stationen in München der vergangenen 15 Jahre (2005 – 2019) [31] ermittelt und zum Vergleich die Best-fit Funktionen der Bast Studie [21], sowie der RLuS 2012 [23] dargestellt. Bei den Berechnungen wurde die LÜB-Station in Johanneskirchen nicht berücksichtigt, da diese nicht für straßenverkehrsdominierte Schadstoffsituationen repräsentativ ist. Folgende Abbildung zeigt die gemessene Abhängigkeit.



Daraus ist zu erkennen, dass die Best-fit Funktion der RLuS 2012 nicht mit den Eingangsdaten korreliert. Eine deutlichere Korrelation ist mit der Best-fit Funktion der Bast-Studie zu erkennen. Daher wurde, um den PM₁₀-Jahresmittelwert zu bestimmen, der zu Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes an mindestens 35 Tagen im Jahr führt, auf der sicheren Seite liegend der Schnittpunkt der Best-fit Funktion der Bast Studie mit der Waagrechten bei 35 (Grenzwert) ermittelt. Dadurch ergibt sich ein PM₁₀-Jahresmittelwert von 31 µg/m³.

Im Hinblick auf die Auswirkungen der Planung auf die Nachbarschaft sind zum einen die Änderung der Ausbreitungsbedingungen durch die geplanten bzw. geänderten Baukörper als auch die Veränderung des Ziel- und Quellverkehrs der umliegenden Verkehrswege zu betrachten. Im Zuge der Bauleitplanung besteht gemäß maßgeblichen richterlichen Entscheidungen (BVerG Urteil vom 26.05.2004, 9 A 6/03 [16]; OVG Koblenz Urteil vom 30.01.2006, 8 C 11367/05 [17] VGH München, Urteil vom 05.09.2017, 2N 16.1308 [18]) im Regelfall keine Verpflichtung die Einhaltung der Grenzwerte der 39. BImSchV zu gewährleisten. Gemäß §27 der 39. BImSchV ist vielmehr bei Überschreitung der Grenzwerte die Erstellung von Luftreinhalteplänen notwendig. Für München trat am 11.01.2023 die 8. Fortschreibung des Luftreinhalteplans in Kraft [33]. Darin ist als zentrale

Maßnahme ein dreistufiges Dieselfahrverbot enthalten, dessen 1. Stufe am 01.02.2023 wirksam geworden ist. Aufgrund rückläufiger Stickstoffdioxid-Messwerte zwischen Januar und Mai 2023 wird im Zuge einer Anpassung der 8. Fortschreibung des Luftreinhalteplans München [34]

- auf die Umsetzung der Maßnahmenstufe 2 (Dieselfahrzeuge – außer Lieferverkehr und Anwohner – erst ab Euro 6/VI frei) verzichtet und
- die Maßnahmenstufe 3 (Diesel erst ab Euro 6/VI frei) aufgehoben.

Der Luftreinhalteplan sollte dennoch nicht die alleinige Problemlösung von Grenzwertüberschreitungen sein, vor allem, wenn die Planung zu einer Zusatzbelastung führt [36]. Im Falle von Grenzwertüberschreitungen, die durch die Planung noch weiter erhöht werden, ist im Rahmen der Bauleitplanung eine Abwägung mit anderen Belangen (Städtebau, Lärmschutz, etc.) notwendig.

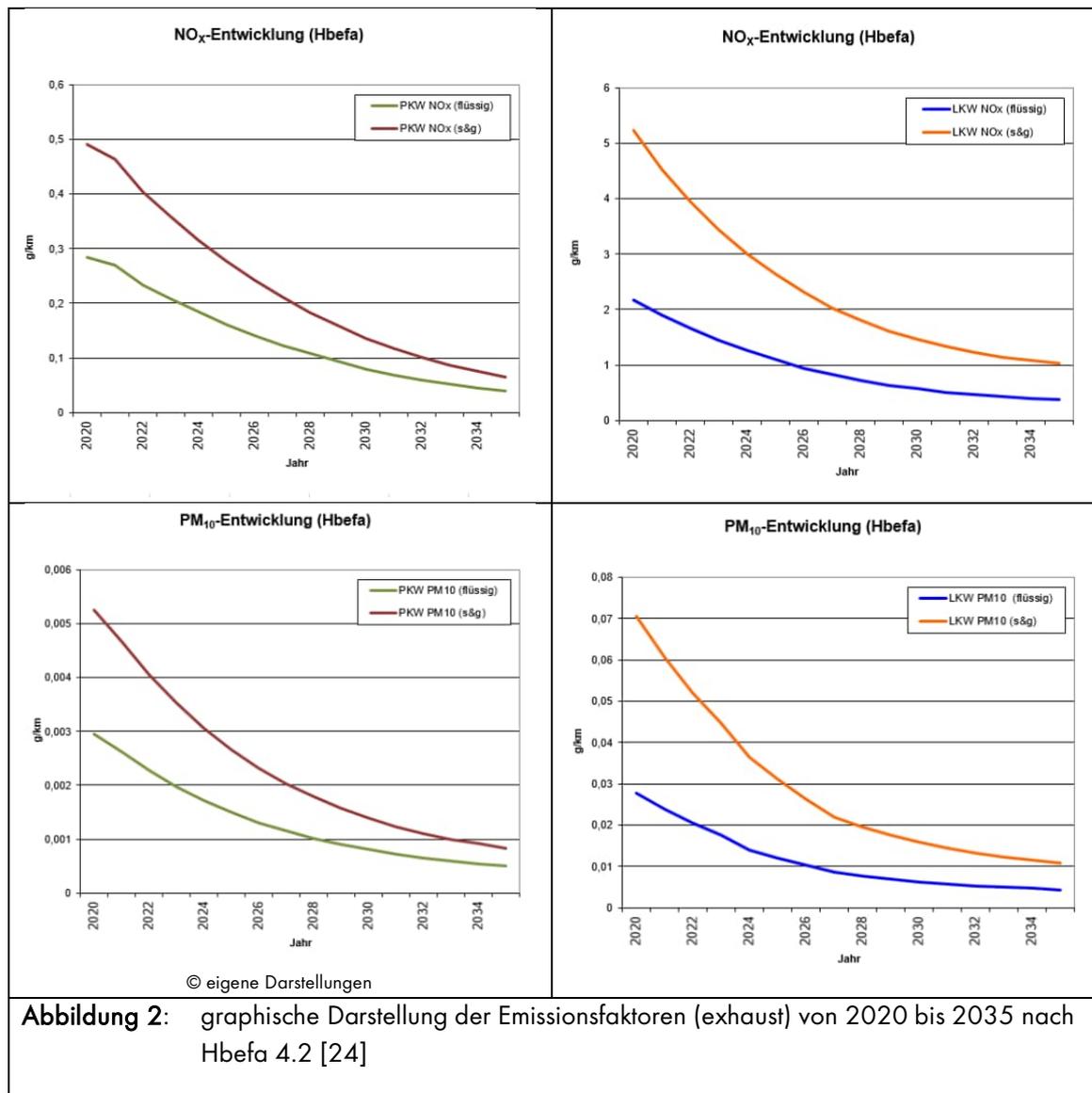
Darüber hinaus können die Kriterien der TA Luft [5] (hilfsweise) herangezogen werden: In Ziffer 4.2 der TA Luft sind Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit definiert. Die Immissionswerte aus Tabelle 1 der TA Luft [5] entsprechen für die Komponenten NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ den Immissionsgrenzwerten der 39.BImSchV. (vgl. o. g. Tabelle 1). Nach Ziffer 4.2.2 a) der TA Luft [5] sind auch bei einer Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der beiden Schadstoffkomponenten keine schädlichen Umwelteinwirkungen zu erwarten, sofern die Zusatzbelastung einer Anlage nicht mehr als 3,0 % des Immissions-Jahresmittelwertes und damit irrelevant zur Gesamtbelastung beiträgt. Daraus folgt, dass eine Erhöhung von bis zu $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des Jahresmittelwertes NO_2 oder PM_{10} bzw. eine Erhöhung von bis zu $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des Jahresmittelwertes $\text{PM}_{2,5}$ irrelevant im Sinne der Lufthygiene angenommen werden kann.

3.2 Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen

Die verkehrsbedingten Emissionen setzen sich aus den Emissionen entstehend durch die Motorverbrennungsabgase - den sogenannten Exhaust-Emissionen - und Emissionen durch Reifenabrieb und Aufwirbelung - den sogenannten Non-Exhaust-Emissionen - zusammen. Der Emissionsanteil, hervorgerufen durch Reifenabrieb und Aufwirbelung, entsteht jedoch lediglich für die Schadstoffkomponenten PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$.

Die Prognose der Schadstoffemissionen erfolgt in mehreren Teilschritten: Die verkehrsbedingten Emissionsfaktoren werden mit dem Hbefa in der Version 4.2 [24] für das Jahr 2030 berechnet. Dies hat folgenden Grund: Hbefa 4.2 schätzt basierend auf der absehbaren Entwicklung der Abgasvorschriften das Emissionsniveau des Flottenmixes ab. Diese Abschätzung fällt insbesondere bei hohen Pkw-Anteilen jedoch sehr optimistisch aus, was zur Folge hat, dass die Emissionsfaktoren für das Prognosejahr 2035 (Verkehrsmengenprognose) wesentlich niedriger sind als im Jahr 2030. Es zeigt sich zwar, dass für NO_x für das Prognosejahr 2035 gegenüber dem Jahr 2030 bei Lkws eine leichte Erhöhung für den Verkehrszustand stop&go prognostiziert wird, jedoch schlägt diese Erhöhung aufgrund der im Vergleich zu Pkws geringeren Verkehrsmenge und dem seltenen Vorliegen dieses Verkehrszustandes im Verhältnis zu einer flüssigen, dichten, etc. Verkehrssituation nicht zu Buche, weshalb ein Heranziehen der Emissionsfaktoren für das Jahr 2030 ein aus gutachterlicher Sicht sowohl realistischeren als auch auf der sicheren Seite liegenden Ansatz darstellt. Für den Fall einer frühen Baurealisierung (vor dem Prognosejahr 2035) wäre somit ein zu niedriger Emissionsansatz gewählt. Für eine Prognose auf der sicheren Seite werden daher die Emissionsfaktoren des Jahres 2030 zugrunde

gelegt. Die Entwicklung der Emissionsfaktoren nach Hbefa 4.2 für die Jahre 2015 bis 2035 sind in der Abbildung 2 dargestellt. Dabei wurde eine für die Stadt repräsentative Verkehrssituation (Hauptverkehrsstraße mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h, unter Berücksichtigung der Verkehrszustände flüssig (best case) und stop & go (worst case)) verwendet.



In der Hbefa Version 4.2 lassen sich die Emissionsfaktoren entstehend durch Verbrennung (exhaust) sowie durch Abrieb und Aufwirbelungen (non exhaust) bestimmen. In Hbefa 4.2 wurden diverse Methoden/Studien (z.B. EMEP/EEA Tier II [37], MOVES 2014 [38], AP-42 EPA [39], APART [40], Düring & Schmidt 2016 [41], NORTRIP [42]) verglichen, um eine bestmögliche Abbildung der Abrieb- und Aufwirbelungssituation zu erzielen. Für genauere Informationen diesbezüglich wird an dieser Stelle auf die Dokumentation der Aktualisierung für Hbefa 4.2 [24] bzw. auf den Entwicklungsbericht des HBEFA 4.1 [24] verwiesen. Aus den Emissionsfaktoren (für NO_x) bzw. Summe der Emissionsfaktoren (für Feinstaub: Summe aus Exhaust- und Non-exhaust-Emissionen) und den jeweiligen Verkehrsmengen werden die spezifischen Emissionen für den jeweiligen Verkehrsweg ermittelt. Unter

Einbezug einer repräsentativen Meteorologie werden Ausbreitungsberechnungen mit dem mikroskaligen Modell MISKAM, Version 6.3 [45], implementiert in Soundplan, Version 8.0 [46], durchgeführt. Dabei werden zunächst prognostische Windfeldberechnungen für den Prognose-Nullfall bzw. unter Berücksichtigung des Testentwurfs (sog. Prognose-Planfall) durchgeführt und im zweiten Schritt die Ausbreitungsberechnungen der Schadstoffe vorgenommen. Während des Postprocessings erfolgt die Umwandlung von NO_x zu NO_2 nach IVU von Jahresmittelwerten sowie zu den relevanten Tages- und Stundenmittelwerten über die Perzentilwerte der Schadstoffkomponenten.

4. Eingangsdaten

Als Datengrundlage werden folgende Daten verwendet:

- HBEFA Version 4.2 [24], Emissionsfaktoren 2030
- Hintergrundbelastungswerte [31]
- Meteorologische Daten [43]
- Pläne zum Planvorhaben ([9] und [10])
- Verkehrsmengen und Verkehrsgutachten zum Planvorhaben [7]

4.1 Ermittlung der Emissionen

In der vorliegenden Untersuchung werden die Luftschadstoffimmissionen durch die Fahrzeuge, die sich auf den umliegenden Straßen befinden als auch die Fahrzeuge, die die geplanten Tiefgaragen im Prognose-Planfall oder die bestehende Postparkfläche im Prognose-Nullfall befahren, erzeugt. Die Ermittlung der Emissionen erfolgt für die umliegenden Verkehrswege über die Abschätzung der Emissionsfaktoren für die jeweiligen Abschnitte der anliegenden Verkehrswege (Arnulfstraße, Bildackerstraße, Birketweg, Landshuter Allee und Wilhelm-Hale-Straße) und der anschließenden Multiplikation mit den Verkehrsmengen [7]. Die Emissionsbestimmung der drei geplanten Tiefgaragen im Prognose-Planfall und des Postparkplatzes im Prognose-Nullfall erfolgt durch eine Abschätzung der Emissionsfaktoren, der Bewegungshäufigkeiten und der Fahrtstrecken, die in den Tiefgaragen bzw. der Parkplatzfläche zurückgelegt werden. In einem zweiten Schritt erfolgt die Multiplikation der Emissionsfaktoren mit den aus dem Verkehrsgutachten [7] abgeleiteten Verkehrsmengenangaben. Die in der Tiefgarage entstehenden Emissionen dringen über die Tiefgaragenöffnungen an die Oberfläche.

Bei der Zusammensetzung des Kfz-Verkehrs werden Pkw- und Schwerverkehrsanteile (SV-Anteil) differenziert betrachtet.

Die Berechnung der durch den Straßenverkehr, den Tiefgaragenverkehr oder dem Postparkplatz verursachten Emissionswerte werden gemäß VDI 3782 Blatt 7 [35] auf Grundlage des einschlägigen „Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.2“ (HBEFA 4.2) [24] durchgeführt. Betrachtet werden dabei die für den Straßenverkehr und die Tiefgaragennutzung bedeutenden Kfz-spezifischen Schadstoffe NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$.

Entsprechend der vorherrschenden Verkehrssituation werden nach HBEFA 4.2 individuelle Einstellungen für folgende Parameter durchgeführt (siehe Abbildung 3):

- Gebietstyp (ländlicher / städtischer Raum)
- Funktionale Straßentypen
- Tempolimit
- Straßenlängsneigung (bzw. Steigung)
- Verkehrszustände (flüssig (f), dicht (d), gesättigt (g), stop & go (s&g), stop & go2 (s&g2))

Gebiet	Straßentyp	Verkehrszustand					Speed-Limit [km/h]																				
							30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130									
ländlich geprägt	Autobahn	flüssig	dicht	gesättigt	stop+go	stop+go2																					
	Semi-Autobahn																										
	Fern-/Bundesstraße																										
	Hauptverkehrsstraße																										
	Hauptverkehrsstraße kurvig																										
	Sammelstraße																										
	Sammelstraße kurvig																										
	Erschließungsstraße																										
Agglomeration	Autobahn	flüssig	dicht	gesättigt	stop+go	stop+go2																					
	Stadt-Autobahn																										
	Fern-/Bundesstraße																										
	Städt. Magistrale/Ringstraße																										
	Hauptverkehrsstraße																										
	Sammelstraße																										
	Erschließungsstraße																										

© eigene Darstellung

Abbildung 3: Darstellung der funktionalen Straßentypen untergliedert in ländlich geprägt und Agglomeration, Quelle HBEFA 4.2 [24]

Zusätzlich berechnet HBEFA 4.2 den Anteil von Kaltstartzuschlägen. Berechnet wird der Kaltstartzuschlag basierend auf VDI 3782 Blatt 7 [43] durch Fahrtweitenverteilungen, Standzeitenverteilungen, Verkehrsverteilungen und Temperaturganglinien eines Kfz. HBEFA 4.2 erlaubt die Berechnung der Emissionen zwischen den Jahren 1995 und 2050. Wie bereits in Kapitel 3 erwähnt, erweist sich die Verwendung der Emissionsfaktoren für das Prognosejahr 2035 oder gar 2050 als zu optimistisch, weshalb die Emissionsfaktoren für das Jahr 2030 verwendet werden. Fahrzeuge, die sich auf den anliegenden Straßen bewegen oder in die Tiefgarage oder den Postparkplatz einfahren, befinden sich bereits im betriebswarmen Zustand, weshalb hier Emissionen verursacht durch Kaltstarts nicht berücksichtigt werden. Ein Kaltstart wird lediglich für geparkte Fahrzeuge auf dem Postparkplatz sowie für Fahrzeuge in den geplanten Tiefgaragen angesetzt.

4.1.1 Straßenverkehr

Verkehrsmengen der umliegenden Straßen

In der näheren Umgebung zur Planung befinden sich die nördlich der Planung verlaufende Arnulfstraße, die westlich der Planung verlaufende Wilhelm-Hale-Straße (bzw. Friedenheimer Brücke) und der südlich der Planung verlaufende Birketweg. Da sich der Ziel- und Quellverkehr auch auf die südlich der Bahnlinien verlaufenden Straßen (u.a. Landsberger Straße und Elsenheimerstraße) auswirkt, ist eine Berücksichtigung dieser Straßen ebenfalls erforderlich. Zudem wird im Prognose-Nullfall das Plangebiet durch die Bildackerstraße, welche ausschließlich dem Postverkehr freigegeben ist, durchschnitten. Im Zuge der Planung wird die Bildackerstraße aufgegeben und die Erschließung des Plangebiets erfolgt über eine ca. 50 m nördlich davon verlaufende Planstraße, die der Zu- und Abfahrt der Tiefgarage dient. Für die Arnulfstraße, die Landsberger Straße und den Steubenplatz wurden, aufgrund der Fahrbahnbreite und auch der räumlichen Trennung durch die Trambahnlinie, die Fahrtrichtungen (stadteinwärts und stadtauswärts) gesondert modelliert und angesetzt. Die Verkehrsmengen der Arnulfstraße wurden gleichmäßig auf die beiden Fahrtrichtungen aufgeteilt. Für die restlichen Straßen wurden beide Fahrtrichtungen zusammengefasst. Die Verkehrsmengen der oben aufgeführten Straßen wurden dem zugrundeliegenden Verkehrsgutachten zum Planvorhaben [7] entnommen. Eine Unterteilung der einzelnen Straßen in Straßenabschnitte wurde vorgenommen, da Änderungen der Verkehrsmengen, der Schwerverkehrsanteile, der Geschwindigkeiten oder der Verkehrssituation (Kreuzungsbereiche) eine weitere Unterteilung erforderlich machen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Verkehrsmengen und die Geschwindigkeitsbegrenzungen der untersuchten Straßen dargestellt. Die Verortung der einzelnen Straßenabschnitte kann den Übersichtslageplänen in der Anlage 1 entnommen werden. In der nachfolgenden Tabelle handelt es sich um die DTV-Werte, die den durchschnittlichen täglichen Verkehr im Wochenmittel darstellen.

Tabelle 3: Verkehrsmengen (Pkw [Pkw/24h], Lkw [Lkw/24h]) und Tempolimits [km/h]						
Straßenname	Abschnittsbezeichnung	Nullfall		Planfall		v [km/h]
		Pkw/d	Lkw/d	Pkw/d	Lkw/d	
Arnulfstraße	westl. Wilhelm-H.-Str.	12.472	1.188	13.399	1.041	50
	östl. Wilhelm-H.-Str.	11.848	1.022	13.232	928	
	östl. Bildackerstr	12.005	1.035	13.077	933	
Birketweg	-	3.255	475	5.627	503	50
Elsenheimerstr.	-	11.541	1.279	12.591	1.259	50
Friedenheimer Br.	-	13.719	1.741	15.563	1.457	50
Landsberger Straße	westl. Frieden. Br.	23.874	1.776	24.977	1.693	50
	östl. Frieden. Br.	21.101	1.739	22.161	1.609	
Schloßschmidstr.	-	2.906	154	2.740	150	30
Seidlhofstr.	-	520	30	491	29	50
Steubenplatz	-	8.827	1.133	10.462	1.088	50
Wilhelm-Hale-Str.	südl. Birketweg	12.723	1.667	14.780	1.450	50
	Mitte	11.979	1.581	14.744	1.436	
	nördl. Bildackerstr. bzw. Planstr.	12.043	1.537	13.761	1.269	
Bildackerstraße	-	1.461	479	-	-	30

Straßenname	Abschnittsbezeichnung	Nullfall		Planfall		v [km/h]
		Pkw/d	Lkw/d	Pkw/d	Lkw/d	
Planstraße	-	-	-	3.924	256	30

Emissionen der umliegenden Straßen

Für alle Straßen in der näheren Umgebung zum Plangebiet wurde aufgrund der urbanen Lage der Gebietstyp Agglomeration angesetzt. Für die Arnulfstraße, die Elsenheimer Straße, die Friedenheimer Brücke, die Landsberger Straße, den Steubenplatz und die Wilhelm-Hale-Straße wurde jeweils der städtische Straßentyp Hauptverkehrsstraße mit einem Tempolimit von 50 km/h angesetzt. Für den Birketweg, die Bildackerstraße, die Schloßschmidstraße, die Seidlhofstraße sowie die Planstraße wurde der Straßentyp Erschließungsstraße mit dem jeweiligen in Tabelle 3 dargestellten Tempolimit von 50 bzw. 30 km/h angesetzt. Für den Süd- und Nordabschnitt der Friedenheimer Brücke, die eine erhöhte Straßenlängsneigung aufweisen, wurde eine Straßenlängsneigung von +/-4 % angesetzt. Für alle restlichen Straßen/Straßenabschnitte wurde wegen der flachen Topographie die Straßenlängsneigung mit 0% berücksichtigt.

Die Aufteilung auf verschiedene Verkehrszustände auf den jeweiligen Straßen wurde anhand der Kapazität des jeweiligen Verkehrswegs und des täglichen Verkehrs durch das Screening-Modell IMMIS^{Em/Luft} [47] bestimmt. Hierbei haben die Anzahl der Fahrstreifen, der Straßentyp sowie die Geschwindigkeit einen Einfluss auf die durch IMMIS^{Em/Luft} bestimmte Kapazität einer Straße und damit einhergehend deren Verkehrszustände. Erreicht der durchschnittliche tägliche Verkehr einer Straße nicht die zugrundeliegende Kapazität, so ist eine flüssige Verkehrsabwicklung wahrscheinlicher, als wenn die Kapazität der Straße den Verkehr nicht mehr tragen kann und somit eine Stockung des Verkehrsflusses die Folge ist. Ein flüssiger Verkehrszustand bedeutet, dass der Verkehrsfluss ungehindert ablaufen kann. Der Verkehrsfluss wird von flüssig nach stop&go 2 immer stockender. Ein maßgeblicher Indikator, welcher Verkehrszustand vorliegt, bildet die tatsächlich vorliegende Geschwindigkeit auf einer Straße. Diese nimmt folglich von flüssig, wo davon ausgegangen werden kann, dass die tatsächliche Geschwindigkeit der Geschwindigkeitsbegrenzung entspricht, nach stop&go 2 immer weiter ab und bewegt sich bei stop&go 2 bei Geschwindigkeiten unter 10 km/h [28]. Da jedoch keine genaue Kenntnis über die tatsächlichen Geschwindigkeiten vorliegt, wurde auf der sicheren Seite liegend jeweils die Geschwindigkeitsbegrenzung (höhere Geschwindigkeiten führen tendenziell zu höheren Emissionen) angenommen. Die Aufteilung auf die verschiedenen Verkehrszustände der einzelnen Straßenabschnitte kann den beiden Tabellen 4 und 5 entnommen werden.

In der vorliegenden Straßensituation liegen 4 Kreuzungsbereiche vor:

1. Kreuzungsbereich 1: Wilhelm-Hale-Straße/ Birketweg/ Friedenheimer Brücke
2. Kreuzungsbereich 2: Prognose Nullfall: Wilhelm-Hale-Straße/Bildackerstraße, Prognose-Planfall: Wilhelm-Hale-Straße/Planstraße
3. Kreuzungsbereich 3: Wilhelm-Hale-Straße/ Arnulfstraße/Steubenplatz
4. Kreuzungsbereich 4: Landsberger Straße/ Friedenheimer Brücke/ Elsenheimerstraße

Diese Kreuzungsbereiche werden durch Lichtsignalanlagen gesteuert. Durch Lichtsignalanlagen geregelte Kreuzungsbereiche lassen einen stockenderen Verkehrsfluss erwarten als Straßenabschnitte, deren Verkehrsfluss nicht durch Lichtsignalanlagen beeinflusst wird. Daher wurde für die Kreuzungsbereiche 1 bis 4 (geregelt durch Lichtsignalanlagen) folgende Annahmen getroffen: für jeden Straßenabschnitt, der an die Kreuzung anschließt, wurde jeweils ein Rückstau von 100 m angenommen, in dem sich die Aufteilung auf die verschiedenen Verkehrszustände verändert. Generell ist lediglich für den Verkehrsstrom, der auf die Kreuzung zufährt, ein Rückstau zu erwarten, da der von der Kreuzung abfahrende Verkehrsstrom ungehindert abfließen kann. Da im vorliegenden Fall für die Wilhelm-Hale-Straße, den Birketweg, die Friedenheimer Brücke und die Planstraße keine Aufteilung der Straße in Fahrtrichtungen vorgenommen wurde, wurde somit ein Rückstau für die gesamte Verkehrsmenge eines Straßenabschnitts unterstellt und stellt daher einen Ansatz auf der sicheren Seite dar. Für die übrigen Straßen wurde lediglich für den Verkehrsstrom, der sich zur Kreuzung hinbewegt, eine Rückstaulänge von 100 m angesetzt. Aufgrund zusätzlicher Fahrspuren in Kreuzungsnähe, gibt es hier auch Verschiebungen im Vergleich zu den anschließenden Straßenabschnitten von dichten Verkehrsflüssen in Richtung flüssigen Verkehrsflüssen. Die Anzahl der Fahrspuren kann der Anlage 2 entnommen werden. Für die Rückstaubereiche wurde angenommen, dass 20 Stunden am Tag die berechneten Aufteilungen auf die verschiedenen Verkehrszustände und 4 Stunden (geschätzte tägliche Berufspendler-Zeit im Morgen- und Abendzeitraum) am Tag eine stop&go- und stop&go II-Verkehrssituation, wo ein stockender Verkehrsfluss charakteristisch ist, vorliegen. Gemäß dem Development Report zum HBEFA 4.1 [27] beträgt der Anteil von stop&go 2 30 % vom gesamten stop&go Anteil.

Die Aufteilung auf die einzelnen Verkehrszustände (in Prozent) sowie die Emissionsfaktoren (exhaust + non exhaust) für die jeweilige Straße können den nachfolgenden Tabellen 3 und 4 entnommen werden. Die anzusetzenden Emissionen ergeben sich durch die Multiplikation der Emissionsfaktoren mit den Verkehrsmengenangaben in Tabelle 2.

Straße	Verkehrszustand [%]					Emissionen [g/m ³ * d]		
	flüssig	dicht	gesättigt	s&g	s&g 2	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x
Arnulfstr. RiOst westl. W.H.	10,3	89,7	-	-	-	0,40	0,14	0,99
Arnulfstr. RiOst westl.W.H. KR	15,5	67,8	-	11,7	5	0,49	0,15	1,16
Arnulfstr. RiOst östl.W.H.	10,3	89,7	-	-	-	0,37	0,13	0,91
Arnulfstr. RiOst östl. FSA	10,3	89,7	-	-	-	0,37	0,13	0,92
Arnulfstr. RiWest westl.W.H.	10,3	89,7	-	-	-	0,40	0,14	0,99
Arnulfstr. RiWest östl.W.H. KR	56,9	26,5	-	11,7	5	0,37	0,13	1,00
Arnulfstr. RiWest östl.W.H.	10,3	89,7	-	-	-	0,37	0,13	0,91
Arnulfstr. RiWest östl.FSA	10,3	89,7	-	-	-	0,37	0,13	0,92
Bildackerstr.	83,1	16,9	-	-	-	0,20	0,06	0,59
Birketweg KR	11,8	71,5	-	11,7	5	0,41	0,09	0,82
Birketweg	14,2	85,8	-	-	-	0,35	0,09	0,70
Elsenheimerstr. RiSüd	10,3	89,7	-	-	-	0,40	0,14	0,97
Elsenheimerstr. RiNord KR	28,0	55,3	-	11,7	5	0,47	0,14	1,13
Friedenheimer Br. Nord KR	6,0	77,3	-	11,7	5	1,34	0,36	3,18
Friedenheimer Br. Mitte	3,6	79,5	16,9	-	-	1,19	0,35	2,61

Tabelle 4: Emissionen und Verkehrszustände für den Nullfall [gerundet auf 2.Kommastelle]

Straße	Verkehrszustand [%]					Emissionen [g/m ³ d]		
	flüssig	dicht	gesättigt	s&g	s&g 2	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x
Friedenheimer Br. Süd KR	8,5	74,8	-	11,7	5	1,33	0,36	3,19
Landsb.Str. RiOst westl.	7,3	92,7	-	-	-	0,70	0,26	1,75
Landsb.Str. RiOst westl. KR	6,0	77,3	-	11,7	5	0,86	0,26	2,05
Landsb.Str. RiOst östl.	5,2	94,8	-	-	-	0,65	0,23	1,60
Landsb.Str. RiWest östl.	7,3	92,7	-	-	-	0,65	0,23	1,60
Landsb.Str. RiWest östl. KR	6,0	77,3	-	11,7	5	0,80	0,24	1,88
Landsb.Str. RiWest westl.	5,2	94,8	-	-	-	0,71	0,26	1,75
Schloßschmidstr.	55,0	45,0	-	-	-	0,15	0,06	0,43
Seidlhofstr.	100	-	-	-	-	0,03	0,01	0,06
Steubenpl. RiSüd KR	45,8	37,5	-	11,7	5	0,36	0,11	0,91
Steubenpl. RiNord	7,3	92,7	-	-	-	0,34	0,11	0,80
W.H.Str. Nord KR	11,8	71,5	-	11,7	5	1,15	0,31	2,59
W.H.Str. Nord	10,3	89,7	-	-	-	0,91	0,31	2,15
W.H.Str. Mitte KR	11,8	71,5	-	11,7	5	1,17	0,31	2,62
W.H.Str. Süd KR	8,5	74,8	-	11,7	5	1,25	0,33	2,78

KR: Kreuzung

Tabelle 5: Emissionen und Verkehrszustände für den Planfall [gerundet auf 2.Kommastelle]

Straße	Verkehrszustand [%]					Emissionen [g/m ³ d]		
	flüssig	dicht	gesättigt	s&g	s&g 2	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x
Arnulfstr. RiOst westl. W.H.	10,3	89,7	-	-	-	0,40	0,15	0,99
Arnulfstr. RiOst westl.W.H. KR	15,5	67,8	-	11,7	5	0,47	0,15	1,15
Arnulfstr. RiOst östl.W.H.	10,3	89,7	-	-	-	0,37	0,14	0,95
Arnulfstr. RiOst östl. FSA	10,3	89,7	-	-	-	0,37	0,14	0,94
Arnulfstr. RiWest westl.W.H.	10,3	89,7	-	-	-	0,40	0,15	0,99
Arnulfstr. RiWest östl.W.H. KR	45,8	37,5	-	11,7	5	0,40	0,14	1,05
Arnulfstr. RiWest östl.W.H.	10,3	89,7	-	-	-	0,37	0,14	0,95
Arnulfstr. RiWest östl.FSA	10,3	89,7	-	-	-	0,37	0,14	0,94
Birketweg KR	6,0	77,3	-	11,7	5	0,52	0,13	1,16
Birketweg	7,3	92,7	-	-	-	0,45	0,13	1,02
Elsenheimerstr. RiSüd	10,3	89,7	-	-	-	0,42	0,15	1,02
Elsenheimerstr. RiNord KR	15,5	67,8	-	11,7	5	0,51	0,15	1,20
Friedenheimer Br. Nord KR	6,0	77,3	-	11,7	5	1,27	0,37	3,16
Friedenheimer Br. Mitte	3,6	64,7	31,7	-	-	1,23	0,36	2,72
Friedenheimer Br. Süd KR	8,5	74,8	-	11,7	5	1,26	0,37	3,17
Landsb.Str. RiOst westl.	7,3	92,7	-	-	-	0,70	0,26	1,78
Landsb.Str. RiOst westl. KR	6,0	77,3	-	11,7	5	0,85	0,27	2,07
Landsb.Str. RiOst östl.	5,2	94,8	-	-	-	0,65	0,24	1,62
Landsb.Str. RiWest östl.	7,3	92,7	-	-	-	0,64	0,24	1,61

Tabelle 5: Emissionen und Verkehrszustände für den Planfall [gerundet auf 2.Kommastelle]

Straße	Verkehrszustand [%]					Emissionen [g/m ³ d]		
	flüssig	dicht	gesättigt	s&g	s&g 2	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x
Landsb.Str. RiWest östl. KR	6,0	77,3	-	11,7	5	0,79	0,24	1,89
Landsb.Str. RiWest westl.	5,2	94,8	-	-	-	0,71	0,26	1,78
Schloßschmidstr.	55	45,0	-	-	-	0,14	0,06	0,41
Seidlhofstr.	100	-	-	-	-	0,03	0,01	0,06
Steubenpl. RiSüd KR	45,8	37,5	-	11,7	5	0,38	0,13	0,97
Steubenpl. RiNord	5,2	94,8	-	-	-	0,36	0,12	0,87
W.H.Str. Nord KR	8,5	74,8	-	11,7	5	1,09	0,32	2,56
W.H.Str. Mitte KR	8,5	74,8	-	11,7	5	1,21	0,35	2,81
W.H.Str. Süd KR	8,5	74,8	-	11,7	5	1,22	0,35	2,82
Planstraße	14,2	85,8	-	-	-	0,26	0,08	0,71
Planstraße KR	11,8	71,5	-	11,7	5	0,30	0,08	0,82

KR: Kreuzung

4.1.2 Parkverkehr auf dem Briefverteiler-Areal (Prognose-Nullfall)

Auf dem Plangebiet befindet sich derzeit eine Parkplatzfläche, die dem Abstellen von Postfahrzeugen dient. Die Zufahrt des ausschließlich für den Postverkehr zugänglichen Areals erfolgt über die Bildackerstraße. Gemäß den vorliegenden Verkehrszahlen [7] finden pro Tag 1.461 Pkw-/bzw. LNF-Fahrten (leichte Nutzfahrzeuge) und 479 Lkw-Fahrten statt. Gemäß einer Betriebsbeschreibung der Deutschen Post aus einem vorangegangenen Projekt der Möhler + Partner Ingenieure GmbH [8] werden 80 % der einfahrenden Fahrzeuge nach dem Be- oder Entladevorgang geparkt und 20 % der Fahrzeuge verlassen unmittelbar nach dem Be- oder Entladevorgang das Gelände wieder. Es wurde daher neben den Fahrtbewegungen auf der Bildackerstraße folgender lufthygienischer Ansatz für die bestehende Parkfläche des postalisch genutzten Areals gewählt: Es wurde auf der sicheren Seite liegend (verbesserte Darstellung des Prognose-Nullfalls) angenommen, dass nur Pkw- und Lkw-Bewegungen auf dem Areal stattfinden. Für leichte Nutzfahrzeuge wie Transporter, die im Postwesen Anwendung finden, gibt es keine eigene Angabe, sodass diese Fahrzeuge weiterhin als Pkws berücksichtigt wurden. Daher stellt sich die lufthygienische Situation gegebenenfalls besser dar, als sie in Realität ist und somit liegt ein Vergleich und damit einhergehend eine Evaluierung der Veränderungen, die sich durch das Planvorhaben einstellen, des konservativ angesetzten Prognose-Planfalls zu dem optimistisch angesetztem Prognose-Nullfall auf der sicheren Seite. Es wurde ferner angenommen, dass 80 % der Fahrzeuge geparkt werden. Wenn sich ein Fahrzeug im betriebswarmen Zustand befindet, werden geringere Emissionen ausgestoßen, als wenn ein betriebskaltes Fahrzeug gestartet wird. Beim Starten eines betriebskalten Fahrzeugs entstehen zusätzliche Emissionen, die im HBefa 4.2 in Form eines Kaltstarts Berücksichtigung finden. Es wurde angenommen, dass die Fahrzeuge betriebswarm abgestellt werden und im Verlauf des Tages betriebskalt gestartet werden. Daraus ergeben sich 776 Kaltstarts (40 % des gesamten Postverkehrs) pro Tag für die Fläche. Dabei wird der für Deutschland ermittelte Durchschnittswert von NO_x = 0,213 g/Kaltstart, PM₁₀ = 0,001 g/Kaltstart, PM_{2,5} = 0,001 g/Kaltstart für das Bezugsjahr 2030 berücksichtigt. Die HBefa 4.2 liefert keine Kaltstartfaktoren für Schwerverkehr, sodass für alle Fahrzeuge auf die Kaltstart-Emissionsfaktoren von

Pkws abgestellt wurde. Es wird des Weiteren angenommen, dass für die Parkplatzsuche sowie den Ein- bzw. Ausparkvorgang jeweils ein Weg von 50 m zurückgelegt wird. Es wurde für die Parkplatzsuche und den Ein- bzw. Ausparkvorgang jeweils der städtische Straßentyp „Erschließungstraße“ mit einem Tempolimit von 30 km/h zugrunde gelegt. Die Luftschadstoff-Emissionen aus den Parkvorgängen wurden als Flächenquelle auf einer Höhe von 0,5 m über Gelände auf das Parkplatzaerial verteilt.

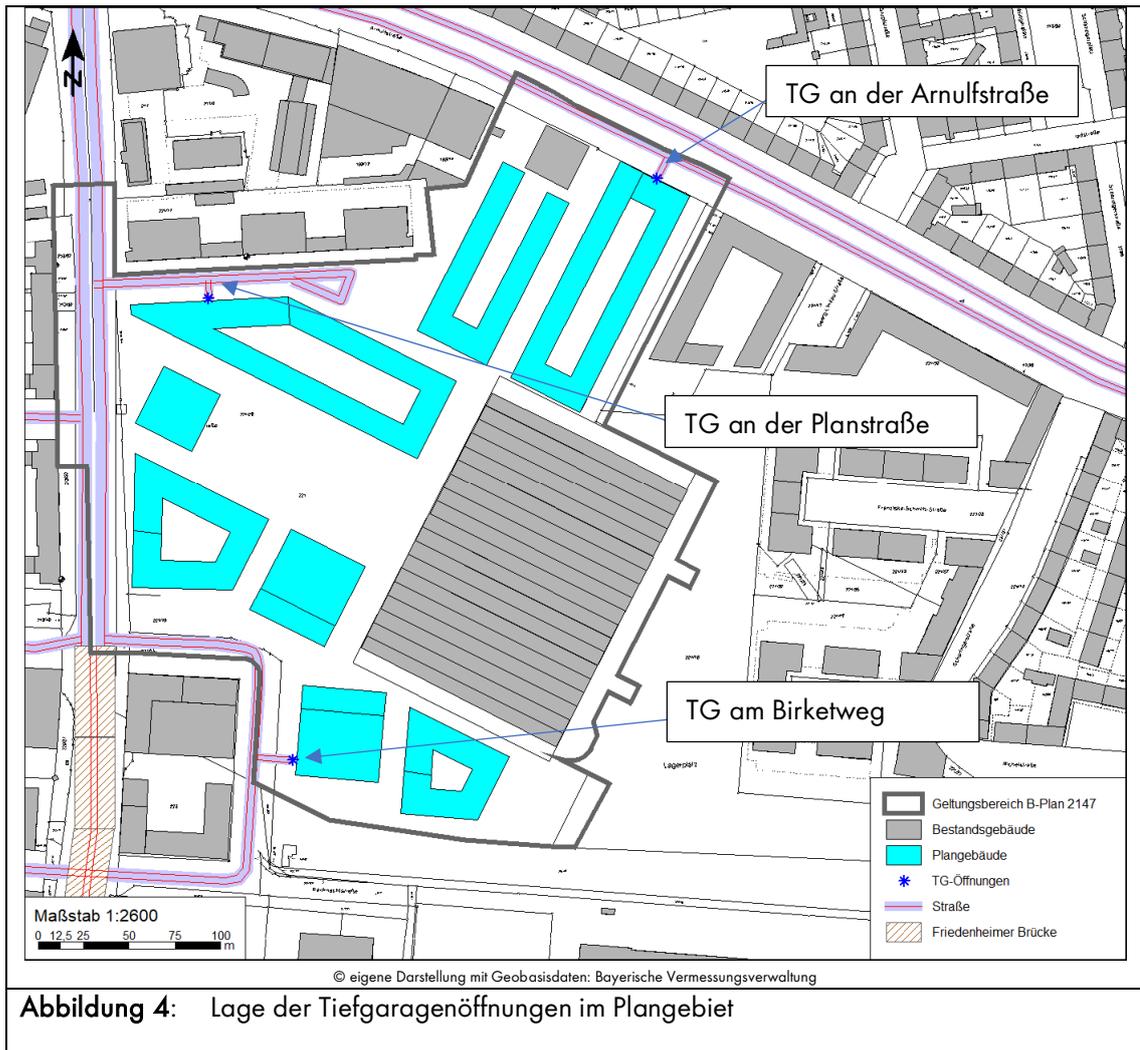
Die auf dem Postparkplatz entstehenden Emissionen (exhaust + non exhaust) können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Die Emissionsansätze können der Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 6: Emissionen des Postparkplatzes [g/h] (gerundet auf 2. Nachkommastelle) im Prognose-Nullfall			
	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Postparkplatz	8,91	1,12	0,14

4.1.3 Tiefgaragenverkehr (Prognose-Planfall)

Bei der Ermittlung der Emissionen von Tiefgaragen, die in der Tiefgarage entstehen und über die Tiefgaragenöffnungen an die Umgebung dringen, sind folgende Vorgänge von emissionstechnischer Relevanz: Die Zufahrt über die Tiefgaragenrampe, die Suche nach einem Parkplatz, das Einparken, das Starten des betriebskalten Fahrzeugs, das Ausparken und Abfahren zur Ausfahrt und das Ausfahren über die Rampe.

Gemäß den aktuellen Plänen zum Planvorhaben ([9] und [10]) sind drei Tiefgaragen im Plangebiet vorgesehen. Die erste Tiefgarage befindet sich am nördlichen Rand des Plangebiets und wird durch die Arnulfstraße erschlossen. Die zweite Tiefgarage liegt in der Mitte des Plangebiets und wird über die Planstraße erschlossen. Die dritte Tiefgarage befindet sich am südlichen Rand des Plangebiets und wird über den Birketweg erschlossen. Nachfolgendem Übersichtsplan kann die Lage der Tiefgaragenein- und ausfahrten entnommen werden.



Folgende Annahmen wurden für jede der drei Tiefgaragen getroffen:

Emissionen außerhalb der Tiefgaragen:

Für die ebenerdigen Zu- und Ausfahrten außerhalb der Tiefgaragen (Strecke zwischen der Tiefgaragenöffnung und der erschließenden Straße (Arnulfstraße, Planstraße und Birketweg)) wurde der städtische Straßentyp „Erschließungsstraße“ mit einem Tempolimit von 30 km/h zugrunde gelegt. Es wurde eine stop&go-Verkehrssituation angesetzt, da angenommen wird, dass der Kfz-Verkehr der Tiefgarage, die ihre Zu- und Ausfahrten zu übergeordneten Straßen haben, bei der Einfahrt auf Fahrradfahrer und Fußgänger Rücksicht nehmen muss und bei der Ausfahrt dem Verkehr auf den übergeordneten Straßen Vorfahrt gewähren und zusätzlich auf Fahrradfahrer und Fußgänger achten muss und somit ein flüssiges Zu- und Ausfahren nicht zwangsläufig gegeben ist.

Emissionen innerhalb der Tiefgaragen:

In der Tiefgarage fallen neben den Emissionen durch Fahrbewegungen auch Emissionen durch Kaltstarts der betriebskalten Fahrzeuge an. Pro Kaltstart wird der für Deutschland ermittelte Durchschnittswert von $\text{NO}_x = 0,213 \text{ g/Kaltstart}$, $\text{PM}_{10} = 0,001 \text{ g/Kaltstart}$, $\text{PM}_{2,5} = 0,001 \text{ g/Kaltstart}$ für das Bezugsjahr 2030 berücksichtigt. Es wird angenommen, dass über die Bereiche der drei Tiefgaragenein- und ausfahrten 10 % der in den Tiefgaragen entstehenden Emissionen an die Umgebung abgegeben werden. Es wird angenommen, dass die restlichen 90 % der schadstoffbelasteten Tiefgaragenabluft über mechanische Belüftungsanlagen über Plangebäudedächer abgeleitet wird und demnach für die oberflächennahe lufthygienische Immissionsbetrachtung keine Rolle spielt. Die Erfordernis einer mechanischen Belüftungsanlage wird entsprechend festgesetzt.

4.1.3.1 Tiefgarage an der Arnulfstraße

Bewegungshäufigkeiten in der Tiefgarage

Es liegen keine Pläne der Tiefgaragen vor. Die Bewegungshäufigkeiten der Tiefgarage wurden aus den Verkehrsmengen [7] der Arnulfstraße abgeleitet. Demnach wurden 1.180 Pkw-Bewegungen und 80 Lkw-Bewegungen in der Tiefgarage pro Tag berücksichtigt.

Emissionen der Tiefgarage

In der Tiefgarage an der Planstraße wurde gemäß den vorliegenden Verkehrszahlen sowohl Pkw-Verkehr als auch Lkw-Verkehr angesetzt, auch wenn vermutlich Lkw-Verkehre nicht in der Tiefgarage stattfinden. Für die Tiefgarage erfolgen Emissionen durch die Fahrten in der Parkgarage sowie Kaltstartzuschläge, die bei den Starts der abgekühlten Motoren der geparkten Pkws entstehen. Verdunstungsemissionen durch Tankatmung können demgegenüber vernachlässigt werden. Durch einen geparkten, abgekühlten Pkw entstehen mehr Emissionen als durch einen Pkw, der schon warmgelaufen ist. Vor diesem Hintergrund wurden in einer Tiefgarage dem Start eines abgekühlten Motors Rechnung getragen.

Es wurden folgende Annahmen getroffen: Es wurde angenommen, dass Fahrzeuge über eine 100 m lange Rampe in die Tiefgarage einfahren, einen Parkplatz in der Tiefgarage suchen, Einparken, das abgekühlte Fahrzeug später starten, Ausparken, zur Ausfahrtsrampe Fahren und schließlich über die Rampe wieder die Tiefgarage verlassen. Es wurde angenommen, dass jedes Fahrzeug für einen kompletten Parkvorgang eine Strecke von 400 m in der Tiefgarage zurücklegt. Für die Kfz-Bewegungen in der Tiefgarage wird die Verkehrssituation stop & go für Erschließungsstraßen bei einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h verwendet. Dies soll dem Suchverkehr, dem Einrangieren und dem Einparken, dem Stoppen für Fußgänger oder andere Fahrzeuge, die sich im Ein- oder Ausparkvorgang befinden, und dem Ausparken Rechnung tragen. Es wird aufgrund der Ebenheit der Untergeschosse eine Straßenlängsneigung von 0% berücksichtigt. Für die Rampenbereiche wurde die Verkehrssituation flüssig für Erschließungsstraßen bei einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h angesetzt. Für den Rampenbereich wurde eine Straßenlängsneigung von +/-6% angesetzt.

Die Emissionen der Tiefgarage setzen sich aus den außerhalb der Tiefgaragenöffnung anfallenden ebenerdigen Zu- und Abfahrten und den in der Tiefgarage anfallenden Parkvorgängen und den Rampenfahrten, die über die Tiefgaragenöffnungen an die Umgebung abgegeben werden, zusammen.

Für die Pkws, die in der Tiefgarage geparkt wurden, abgekühlt sind und im kalten Betriebszustand die Tiefgarage wieder verlassen, wurde ein Kaltstartzuschlag vergeben. Die Anzahl der Kaltstarts beläuft sich auf die Hälfte der Parkbewegungen in der Tiefgarage und ergibt somit 630 Kaltstarts.

Die in der Tiefgarage an der Arnulfstraße (TG-Öffnungen) sowie den außerhalb der Tiefgarage (Strecke zwischen der Tiefgaragenöffnung und der erschließenden Arnulfstraße) entstehenden Emissionen (exhaust + non exhaust) können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Die Emissionsansätze können der Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 7: Emissionen der Tiefgarage an der Arnulfstraße (Ergebnisse gerundet auf 2. Nachkommastelle)						
	TG-Öffnung [g/h] (je Öffnung)			außerhalb der TG [g/(m*d)]		
	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Emissionen TG an der Arnulfstraße	1,26	0,32	0,06	0,34	0,16	0,03

Die Tiefgaragenöffnung wird als Punktquelle mit einer Höhe von 1,5 m relativ zum Gelände berücksichtigt.

4.1.3.2 Tiefgarage an der Planstraße

Bewegungshäufigkeiten in der Tiefgarage

Es liegen keine Pläne der Tiefgarage vor. Die Bewegungshäufigkeiten der Tiefgarage wurden aus den Verkehrsmengen [7] der Planstraße abgeleitet. Demnach wurden 3.924 Pkw-Bewegungen und 256 Lkw-Bewegungen in der Tiefgarage pro Tag berücksichtigt.

Emissionen der Tiefgarage

In der Tiefgarage an der Planstraße wurde gemäß den vorliegenden Verkehrszahlen sowohl Pkw-Verkehr als auch Lkw-Verkehr angesetzt. Für die Tiefgarage erfolgen Emissionen durch die Fahrten in der Parkgarage sowie Kaltstartzuschläge, die bei den Starts der abgekühlten Motoren der geparkten Pkws/Lkws entstehen. Verdunstungsemissionen durch Tankatmung können demgegenüber vernachlässigt werden. Durch ein geparktes, abgekühltes Fahrzeug entstehen mehr Emissionen als durch einen Pkw, der schon warmgelaufen ist. Vor diesem Hintergrund wurden in einer Tiefgarage dem Start eines abgekühlten Motors Rechnung getragen.

Es wurden folgende Annahmen getroffen: Es handelt sich bei der vorliegenden Tiefgarage um eine mehrgeschossige Tiefgarage. Es wird angenommen, dass lediglich die Emissionen, die im ersten Untergeschoss anfallen (Zufahrt über die Rampen, Parkvorgänge im UG 1 von Pkws und Lkws, Kaltstarts und Zufahrt zu den darunterliegenden Untergeschossen), über die Ein- und Ausfahrt der Tiefgarage an die Oberfläche dringen können. Für die Emissionen aus den darunter liegenden Untergeschossen wird unterstellt, dass diese über die mechanische Belüftungsanlage über ein Plangebäudedach abgeleitet werden und von demher bei der oberflächennahen Immissionsbetrachtung keinen Einfluss haben. Hierbei muss beim Auslass der mechanischen Belüftungsanlagen dringend darauf geachtet werden, dass der Auslass nicht im Rezirkulationsbereich der Gebäude liegt und somit die Emissionen

nach unten getragen werden. Ein freier Abtrag der Emissionen muss gewährleistet sein. Für die relevanten oberflächennahen Emissionen aus der Tiefgarage an der Planstraße wurde angenommen, dass alle Fahrzeuge über eine 100 m lange Rampe in die Tiefgarage einfahren, einen Parkplatz in der Tiefgarage suchen, Einparken, das abgekühlte Fahrzeug später starten, Ausparken, zur Ausfahrtsrampe fahren und schließlich über die Rampe wieder die Tiefgarage verlassen. Da die Tiefgarage mehrstöckig ist (UG 1-UG 3), wird angenommen, dass ein Drittel der Pkw-Parkvorgänge im ersten Untergeschoss stattfinden. Die anderen zwei Drittel durchfahren das erste Untergeschoss lediglich auf dem Weg in die darunterliegenden Untergeschosse. Es wurde angenommen, dass jedes Pkw im 1. Untergeschoss für einen kompletten Parkvorgang eine Strecke von 400 m in der Tiefgarage zurücklegt. Für die Durchfahrt in die darunterliegenden Untergeschosse wird je Bewegung eine Strecke von 100 m angenommen. Für die Lkw-Anlieferungen, die ausschließlich im 1. Untergeschoss stattfinden, wird eine Rangierstrecke pro Anliefervorgang von 100 m angesetzt. Es wird auf der sicheren Seite liegend unterstellt, dass bei Anlieferungen der Lkw-Motor analog zu einem länger geparkten Fahrzeug komplett abkühlt und daher ein Kaltstart Berücksichtigung findet.

Für alle Fahrzeug-Bewegungen in der Tiefgarage wird die Verkehrssituation stop & go für Erschließungsstraßen bei einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h verwendet. Dies soll dem Suchverkehr, dem Einrangieren und dem Einparken, dem Stoppen für Fußgänger oder andere Fahrzeuge, die sich im Ein- oder Ausparkvorgang befinden und dem Ausparken Rechnung tragen. Es wird aufgrund der Ebenheit der Untergeschosse eine Straßenlängsneigung von 0% berücksichtigt. Für die Rampenbereiche wurde die Verkehrssituation flüssig für Erschließungsstraßen bei einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h angesetzt. Für den Rampenbereich wurde eine Straßenlängsneigung von 6% angesetzt.

Insgesamt wurden 3.924 Pkw-Bewegungen und 256 Lkw-Bewegungen pro Tag in die bzw. aus der Tiefgarage angesetzt. Die Emissionen der Tiefgarage setzen sich aus den außerhalb der Tiefgaragenöffnung anfallenden ebenerdigen Zu- und Abfahrten und den in der Tiefgarage anfallenden Parkvorgängen und den Rampenfahrten, die über die Tiefgaragenöffnungen an die Umgebung abgegeben werden, zusammen. Für die Pkws und Lkws im 1. Untergeschoss, die in der Tiefgarage geparkt wurden, abgekühlt sind und im kalten Betriebszustand die Tiefgarage wieder verlassen, wurde ein Kaltstartzuschlag vergeben. Die Anzahl der Kaltstarts beläuft sich auf die Hälfte der Pkw-Parkbewegungen im 1. Untergeschoss und ergibt somit 654 Pkw-Kaltstarts und 128 Lkw-Kaltstarts. Das HBefa 4.2 liefert keine Kaltstartfaktoren für Schwerverkehr, sodass analog der Emissionsansätze des Postparkplatzes (vgl. Kapitel 4.1.2) für alle Fahrzeuge auf die Kaltstart-Emissionsfaktoren von Pkws abgestellt wurde.

Die in der Tiefgarage an der Planstraße (TG-Öffnungen) sowie den außerhalb der Tiefgarage (Strecke zwischen der Tiefgaragenöffnung und der erschließenden Planstraße) entstehenden Emissionen (exhaust + non exhaust) können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Die Emissionsansätze können der Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 8: Emissionen der Tiefgarage an der Arnulfstraße (Ergebnisse gerundet auf 2. Nachkommastelle)						
	TG-Öffnung [g/h] (je Öffnung)			außerhalb der TG [g/(m*d)]		
	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Emissionen TG an der Arnulfstraße	1,58	0,38	0,08	1,10	0,50	0,09

Die Tiefgaragenöffnung wird als Punktquelle mit einer Höhe von 1,5 m relativ zum Gelände berücksichtigt.

4.1.3.3 Tiefgarage am Birketweg

Bewegungshäufigkeiten in der Tiefgarage

Es liegen keine Pläne der Tiefgarage vor. Die Bewegungshäufigkeiten der Tiefgarage wurden aus den Verkehrsmengen [7] des Birketwegs abgeleitet. Demnach wurden 2.130 Pkw-Bewegungen und 80 Lkw-Bewegungen in der Tiefgarage pro Tag berücksichtigt.

Emissionen der Tiefgarage

In der Tiefgarage an der Planstraße wurde gemäß den vorliegenden Verkehrszahlen sowohl Pkw-Verkehr als auch Lkw-Verkehr angesetzt, auch wenn vermutlich Lkw-Verkehre nicht in der Tiefgarage stattfinden. Für die Tiefgarage erfolgen Emissionen durch die Fahrten in der Parkgarage sowie Kaltstartzuschläge, die bei den Starts der abgekühlten Motoren der geparkten Pkws entstehen. Verdunstungsemissionen durch Tankatmung können demgegenüber vernachlässigt werden. Durch einen geparkten, abgekühlten Pkw entstehen mehr Emissionen als durch einen Pkw, der schon warmgelaufen ist. Vor diesem Hintergrund wurden in einer Tiefgarage dem Start eines abgekühlten Motors Rechnung getragen werden.

Es wurden folgende Annahmen getroffen: Es wurde angenommen, dass die Fahrzeuge über eine 100 m lange Rampe in die Tiefgarage einfahren, einen Parkplatz in der Tiefgarage suchen, Einparken, das abgekühlte Fahrzeug später starten, Ausparken, zur Ausfahrtsrampe Fahren und schließlich über die Rampe wieder die Tiefgarage verlassen. Es wurde angenommen, dass jedes Fahrzeug für einen kompletten Parkvorgang eine Strecke von 400 m in der Tiefgarage zurücklegt. Für die Kfz-Bewegungen in der Tiefgarage wird die Verkehrssituation stop & go für Erschließungsstraßen bei einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h verwendet. Dies soll dem Suchverkehr, dem Einrangieren und dem Einparken, dem Stoppen für Fußgänger oder andere Fahrzeuge, die sich im Ein- oder Ausparkvorgang befinden, und dem Ausparken Rechnung tragen. Es wird aufgrund der Ebenheit der Untergeschosse eine Straßenlängsneigung von 0% berücksichtigt. Für die Rampenbereiche wurde die Verkehrssituation flüssig für Erschließungsstraßen bei einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h angesetzt. Für den Rampenbereich wurde eine Straßenlängsneigung von 6% angesetzt.

Die Emissionen der Tiefgarage setzen sich aus den außerhalb der Tiefgaragenöffnung anfallenden ebenerdigen Zu- und Abfahrten und den in der Tiefgarage anfallenden Parkvorgängen und den Rampenfahrten, die über die Tiefgaragenöffnungen an die Umgebung abgegeben werden, zusammen. Für die Pkws, die in der Tiefgarage geparkt wurden, abgekühlt sind und im kalten Betriebszustand die Tiefgarage wieder verlassen, wurde ein Kaltstartzuschlag vergeben. Die Anzahl der Kaltstarts beläuft sich auf die Hälfte der Parkbewegungen in der Tiefgarage und ergibt somit 1.105 Kaltstarts.

Die in der Tiefgarage am Birketweg (TG-Öffnungen) sowie den außerhalb der Tiefgarage (Strecke zwischen der Tiefgaragenöffnung und dem erschließenden Birketweg) entstehenden Emissionen (exhaust + non exhaust) können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Die Emissionsansätze können der Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 9: Emissionen der Tiefgarage an der Arnulfstraße (Ergebnisse gerundet auf 2. Nachkommastelle)						
	TG-Öffnung [g/h] (je Öffnung)			außerhalb der TG [g/(m*d)]		
	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Emissionen TG an der Arnulfstraße	1,97	0,42	0,09	0,47	0,20	0,04

Die Tiefgaragenöffnung wird als Punktquelle mit einer Höhe von 1,5 m relativ zum Gelände berücksichtigt.

4.2 Meteorologische Verhältnisse

Die Ausbreitung von Luftschadstoffen wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und dem Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt. Der Turbulenzzustand der Atmosphäre wird im Rahmen der Ausbreitungsberechnungen durch die Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier beschrieben. Die Ausbreitungsklassen sind somit ein Maß für das „Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre.

Für den Standort liegt die Windstatistik München-Stadt [43] (repräsentatives Jahr aus dem Zeitraum 2011 bis 2019) der Wetterwarte des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zugrunde (Anlage 3). Da der mikroskaligen prognostischen Ausbreitungsberechnung zunächst eine numerische Lösung der Bewegungsgleichungen (Masse- und Impulserhaltungsgleichungen) des Windfeldes vorausgeht, erfolgt die Ermittlung der Windsituation im Rechengebiet explizit, d. h. das gemessene Windfeld wird für die verschiedenen Anströmsituationen gelöst. Aus diesem Grund ist eine Klassifizierung der Zeitreihe zu einer Häufigkeitsverteilung notwendig.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die gemessene Windgeschwindigkeitsverteilung (Abbildung 5) sowie die Windrichtungshäufigkeitsverteilung (Abbildung 6) aus dem Wetterdatensatz für München-Stadt.

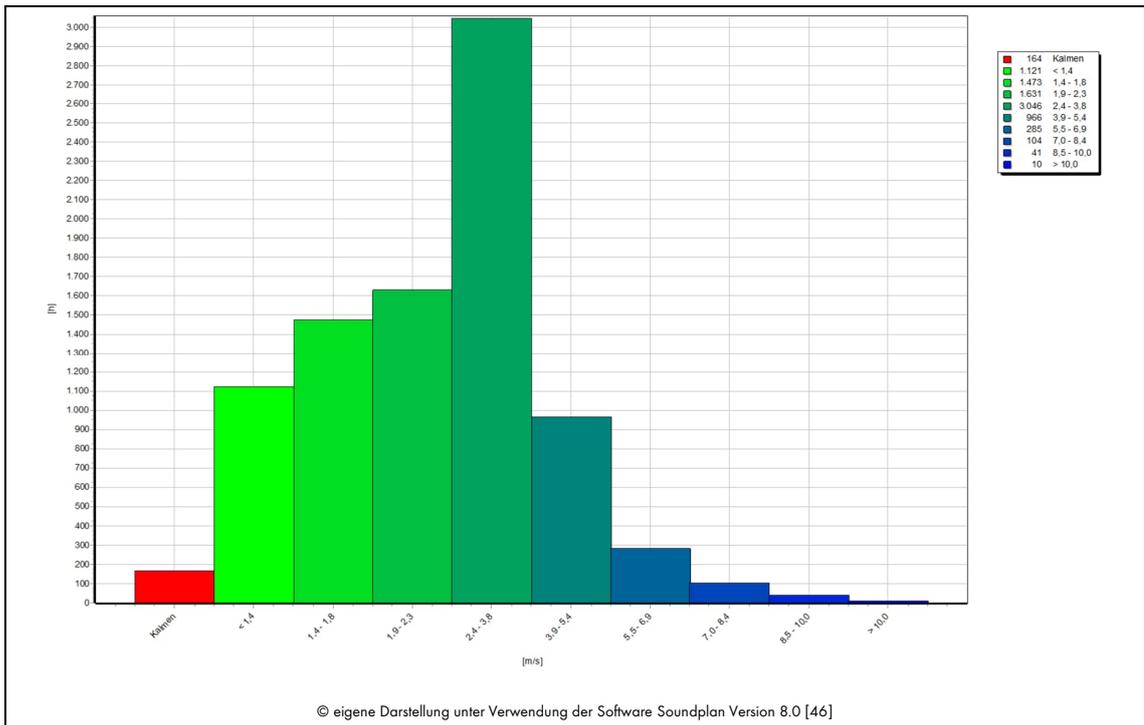


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der mittleren stündlichen Windgeschwindigkeit

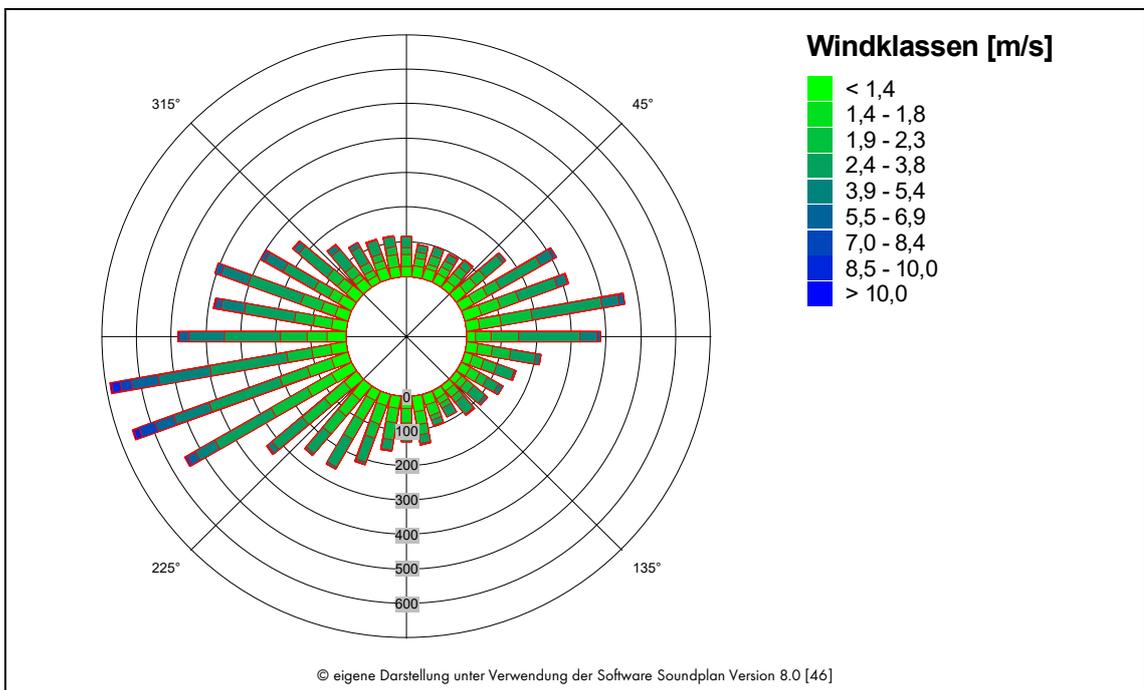


Abbildung 6: Windrichtungshäufigkeitsverteilung

Die Windrose zeigt ein ausgeprägtes Maximum aus westlicher Richtung. Die Höhenabhängigkeit der Windgeschwindigkeiten wird durch die Rauigkeitslänge des Datensatzes auf den Standort referenziert.

MISKAM lässt ausschließlich die Berechnung neutraler Windbedingungen zu. Daher werden Inversionswetterlagen in MISKAM nicht eigens berücksichtigt. Dies hat auch zur Folge, dass Klug/Manier-Klassen in MISKAM keine Berücksichtigung finden. Die stündlich ermittelten Wetterdaten werden von 8.760 Fällen (entspricht den Jahresstunden) auf ein reduzierten Datensatz klassifiziert, da eine Berechnung mit Originaldaten rechnerisch sehr aufwändig wäre, ohne eine deutliche Verbesserung der Genauigkeit bei den Jahresmittelwerten der Schadstoffe herbeizuführen. Die Klassifizierung erfolgt durch die Einteilung in 10° Himmelsrichtungsintervalle und durch die Einteilung in 1 m/s Windgeschwindigkeitsklassen. Der als Bemessungsgrundlage festgelegte Datensatz besteht somit standardmäßig aus 36 Anströmrichtungen x 9 Windgeschwindigkeitsklassen = 324 Situationen.

4.3 Digitales Gebäude- bzw. Geländemodell

Um realitätsnahe Modellierungen im städtischen Bereich, welcher meist durch hohe räumliche Komplexität gekennzeichnet ist, zu ermöglichen, bedarf es digitaler Bebauungsmodelle. Es wird daher ein LOD-I-Gebäudemodell (level-of-detail) zur Darstellung der Nachbarschaft verwendet. Die Planbebauung wurde auf Basis der Planunterlagen ([9] und [10]) modelliert und in das Gebäudemodell der Nachbarschaft inkludiert. Die Paketpost-Halle wurde händisch nachmodelliert und kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

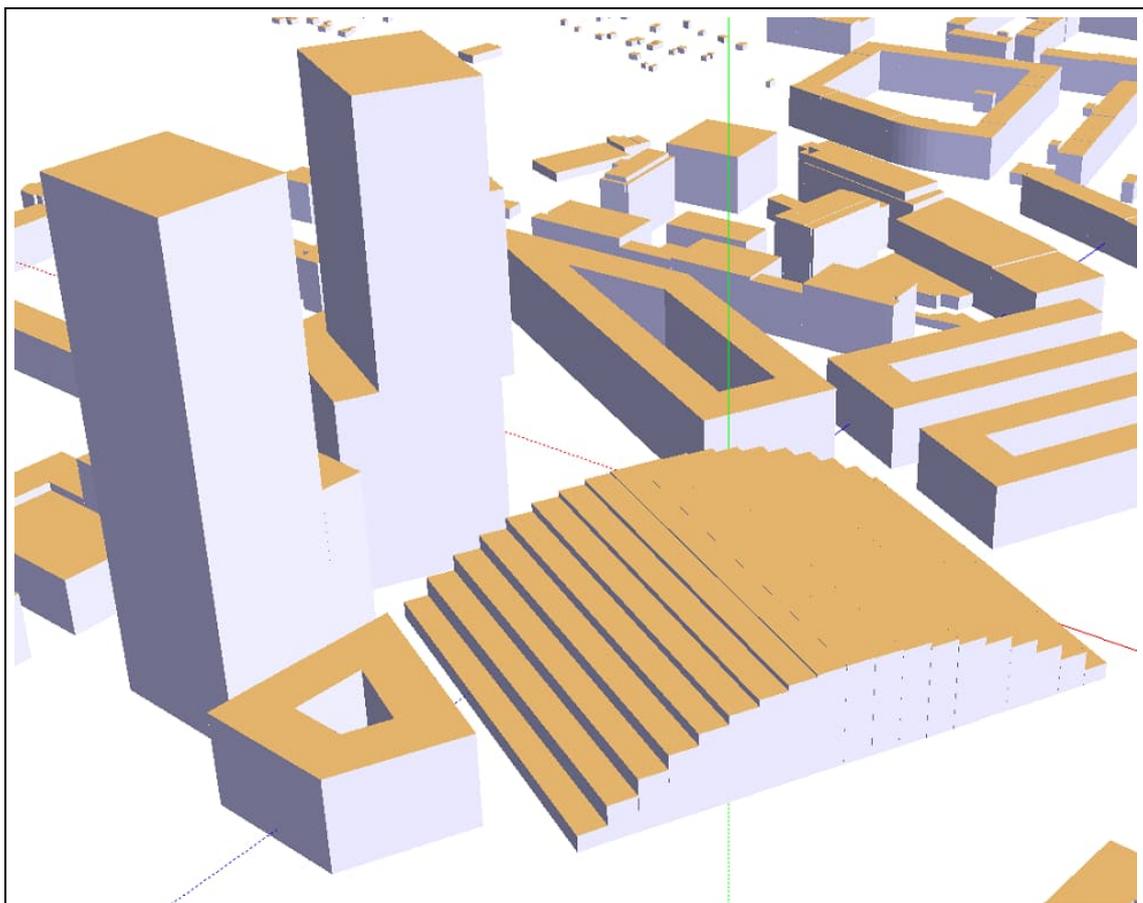


Abbildung 7: Modellierung der Paketpost-Halle (Blickrichtung: Nordwesten)

Ein Geländemodell wurde aufgrund der ebenen Topographie nicht verwendet. Die Brückenstruktur im Bereich der Friedenheimer Brücke über die Bahngleise wurden hilfsweise mit Gebäuden in vertikalen 2 m Schichten nachgebildet (vgl. folgende Abbildung). Im Bereich der Brücke wurde eine Durchströmung berücksichtigt.

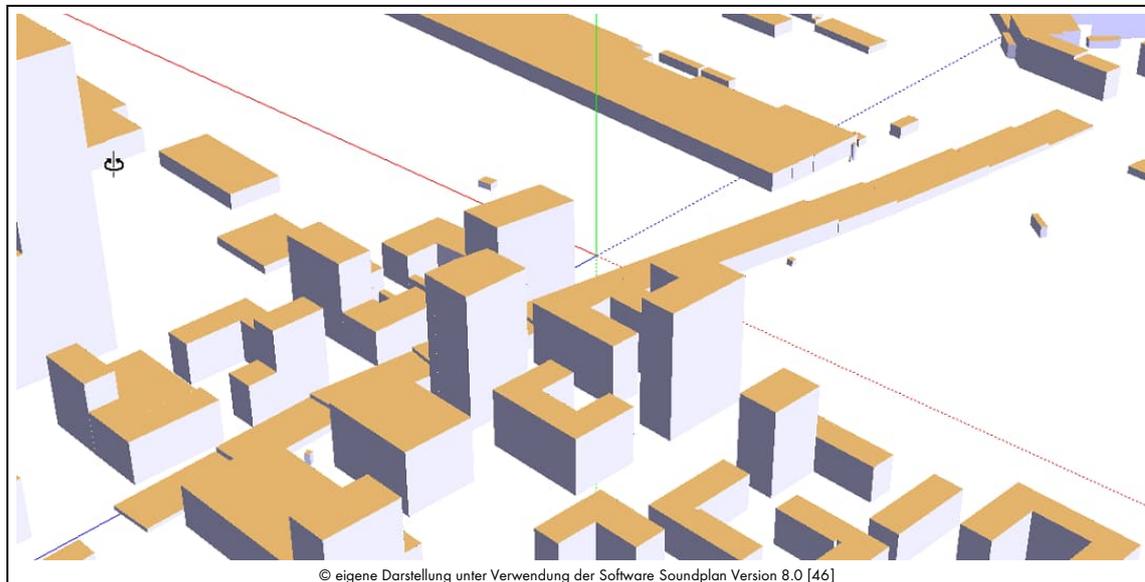


Abbildung 8: Modellierung der Friedenheimer Brücke (Blickrichtung: Südosten)

5. Durchführung der Immissionsprognose

Die Festlegung der Rechenparameter in MISKAM richtet sich nach den Empfehlungen gemäß [44]. Darin sind verschiedene Untersuchungsergebnisse enthalten, in denen MISKAM für Testrechnungen angewandt wurde (Sensitivitätsanalysen usw.).

5.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Um die Auswirkungen der geänderten Verkehrssituation aufgrund des Bauvorhabens auch in der unmittelbaren Nachbarschaft auflösen zu können, beträgt die Größe des Rechengebietes 800 m (x) x 1.300 m (y) bei einer Rechenzellengröße von 2 x 2 m. Der Ein- und Ausstrompuffer ist in 10 Stufen aufgeteilt und hat einen Abstand von ca. 350 m um das quaderförmige Rechengebiet.

Die vertikale Auflösung wurde so gewählt, dass eine benachbarte Zelle (von unten nach oben) um nicht mehr als das 1,25-fache von der vorherigen Zellengröße ansteigt. Dadurch ergeben sich 51 vertikale Schichten zwischen 0 m und ca. 500 m. Somit wird einer höheren Auflösung in Bodennähe bis zur dreifachen mittleren Gebäudehöhe im Untersuchungsgebiet Rechnung getragen. Zusätzlich wird die Höhe der Plangebäude (150 m) ausreichend berücksichtigt, da gemäß [44] das höchste Gebäude nicht 30 % der Rechenrasterhöhe übersteigen darf. Die Schadstoffemissionsquellen des Straßenverkehrs befinden sich in dem Höhenintervall bei etwa 0,5 m über Gelände und die der Tiefgaragentore auf einer Höhe von 1,5 m über Gelände.

Das gebildete Rechengebiet besteht somit aus mehr als 13 Mio. Rasterzellen. Durch diese Auflösung kann der Gebäudeeffekt (Umströmung, Kanalisation, usw.) hinreichend genau berücksichtigt werden.

5.2 Bodenrauigkeit

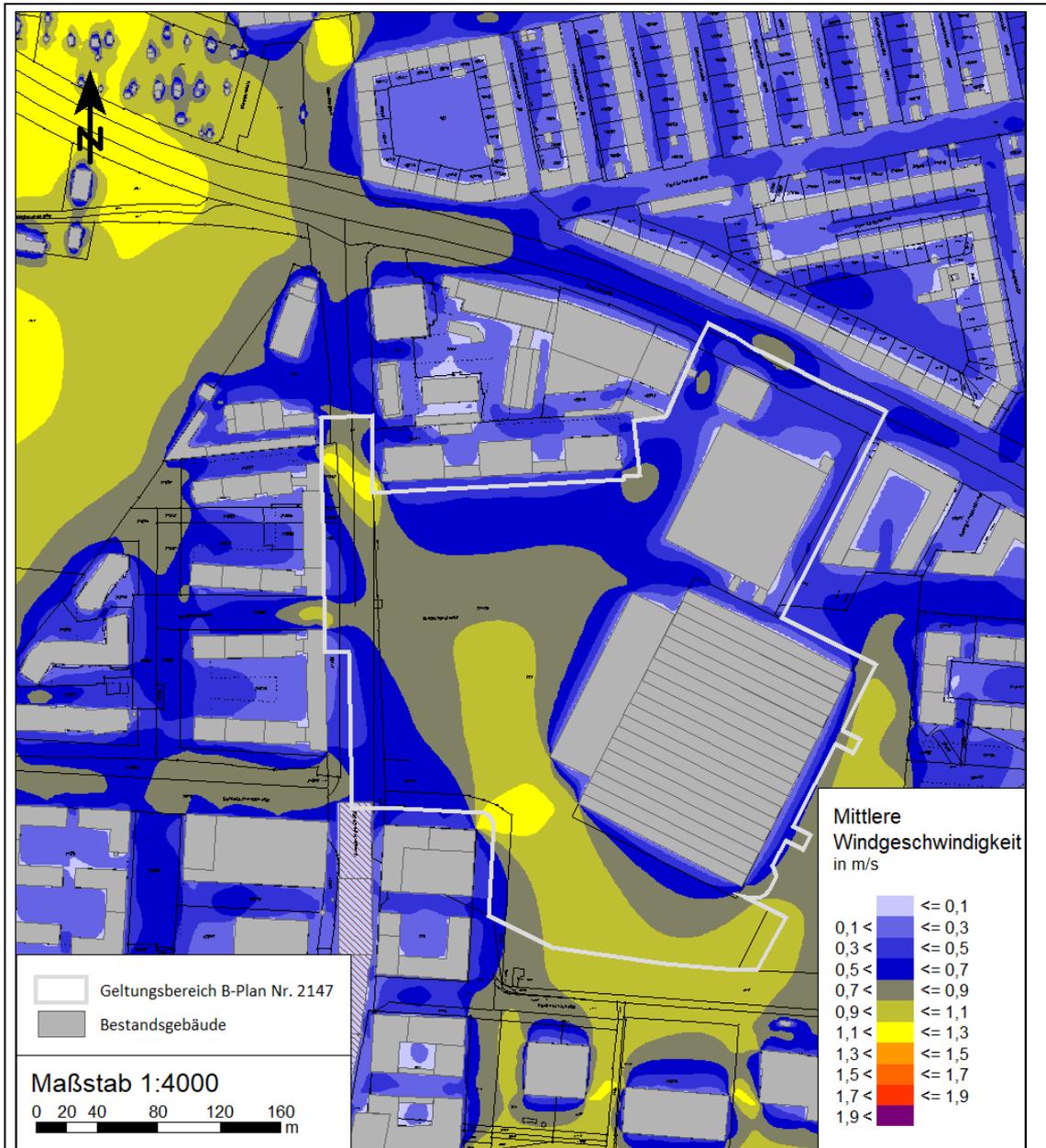
Die Bodenrauigkeit des Geländes innerhalb des Rechengebietes wird durch die mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Entsprechend der Vorgehensweise nach Anhang 3, Tab. 14 der TA Luft [5] wurde diese mit dem CORINE-Kataster abgeschätzt. Westlich des Plangebiets befindet sich die städtische Grünfläche Hirschgarten. Für den Hirschgarten wurde die Landnutzungs-kategorie 141 (CLC-Code, Corine Land Cover) städtische Grünfläche mit einer Rauigkeitslänge von $z_0 = 0,2$ m angesetzt.

5.3 Windfeldberechnung

Die prognostische Windfeldberechnung stellt den rechenaufwändigsten Teil der Bearbeitung dar. Daher ist eine Komprimierung des Original-Datensatzes der Meteorologie notwendig (vgl. Kapitel 4.2). Innerhalb des Rechengebietes werden unter Berücksichtigung der Bebauungs- und Geländesituation (Kapitel 4.3) die Windfelder für die verschiedenen Anströmrichtungen bis zum stationären Zustand simuliert (Masse- und Impulsbilanzausgleich).

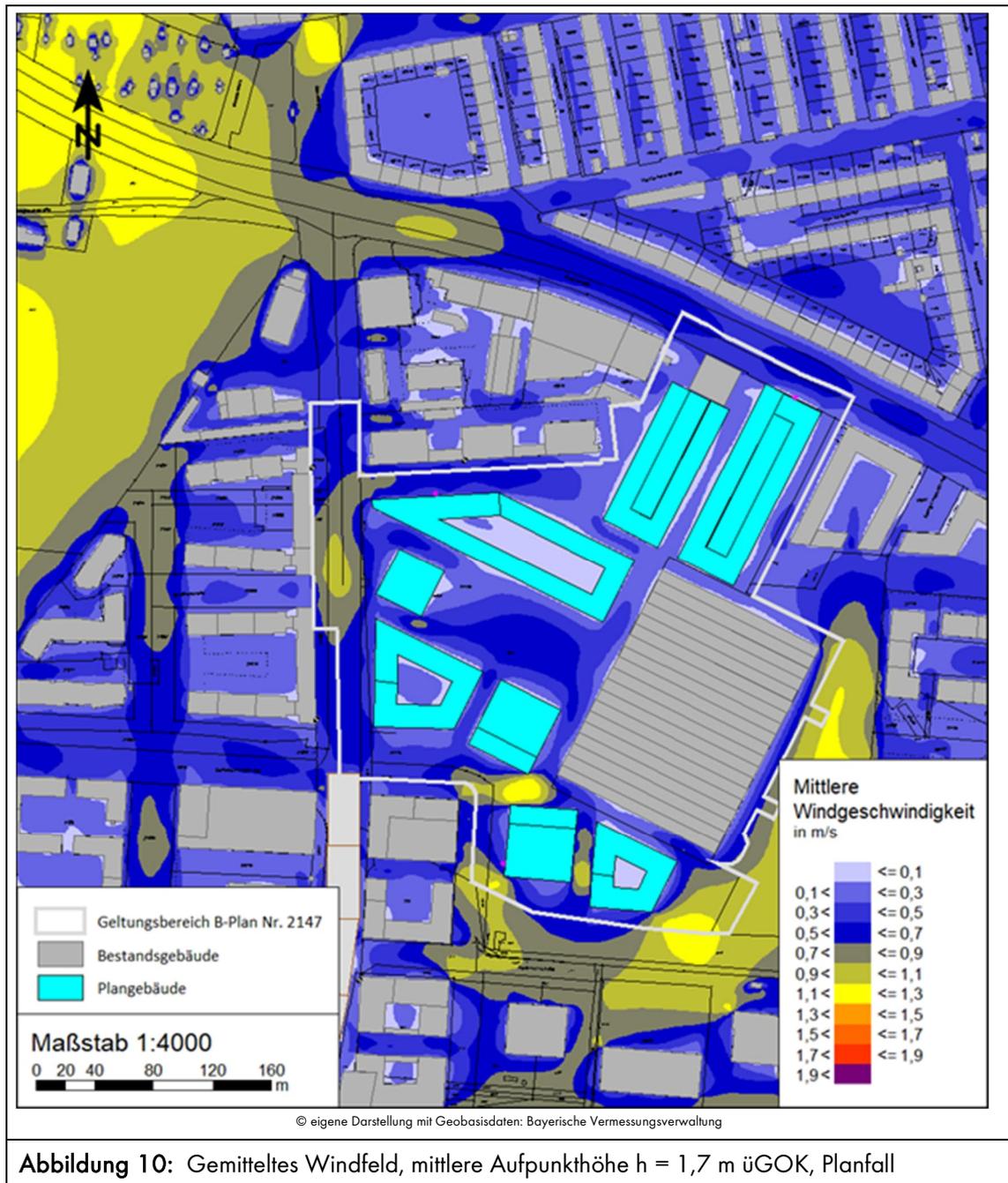
Durch die Planbebauung stellen sich Veränderungen in der Bebauungsstruktur ein und die damit bedingten veränderten Windsituationen müssen in Form von 2 Windfelddatensätzen berechnet werden (Prognose-Nullfall und Prognose-Planfall). Der Windfelddatensatz enthält damit die stationäre Lösung der Strömungsgleichungen im Rechengebiet für die verschiedenen Anströmsituationen und Windgeschwindigkeiten. Ein Vergleich der Windfelder für die verschiedenen Anströmsituationen und Vertikal-/ Horizontalschichten erscheint aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht zweckmäßig, insofern wurde nachfolgend die mittlere jährliche Windgeschwindigkeits-/ häufigkeitsverteilung für eine Aufpunkthöhe von $h_m = 1,7$ m über Gelände für den Prognose-Nullfall und den Prognose-Planfall dargestellt.

Für die Ausbreitungsberechnungen sind die verschiedenen Windklassen und Windrichtungen maßgebend. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist keine physikalisch tatsächlich vorhandene Windfeldgröße, da sich die Windgeschwindigkeiten über die verschiedenen Anströmrichtungen herausmitteln. Insofern hat die nachfolgende Darstellung lediglich informativen Charakter.



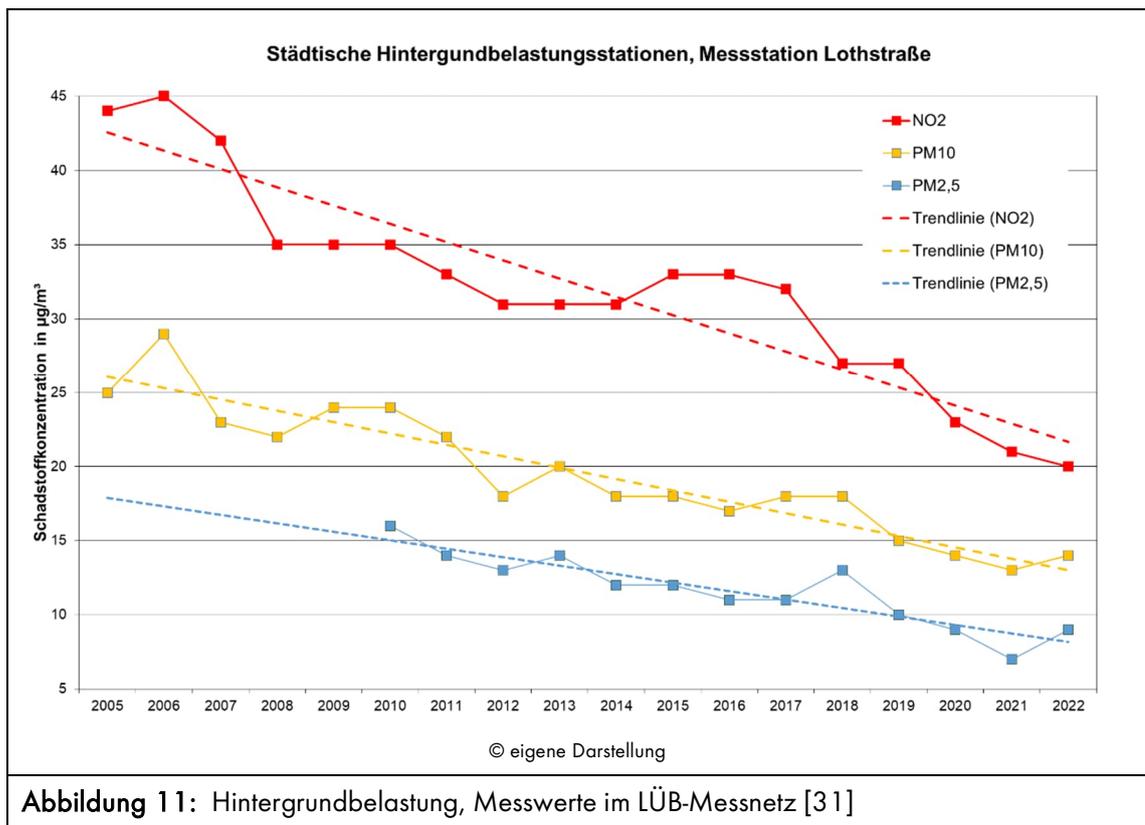
© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Abbildung 9: Gemittelttes Windfeld, mittlere Aufpunkthöhe $h = 1,7$ m üGOK, Nullfall



5.4 Hintergrundbelastung

Die Gesamtbelastung der Schadstoffemissionen ergibt sich aus der Zusatzbelastung, verursacht durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet und der Hintergrundbelastung. Das Bayerische Landesamt für Umwelt betreibt sechs Immissionsmessstationen im Münchner Stadtgebiet (LÜB-Station; abgeleitet vom lufthygienischen Landesüberwachungssystem Bayern) zur Überwachung der Luftqualität. In den lufthygienischen Jahresberichten - veröffentlicht vom bayerischen Landesamt für Umwelt [31] - sind die Messwerte dokumentiert. Die LÜB-Station Johanneskirchen gilt als repräsentativ für die städtische Hintergrundbelastung ohne verkehrsbedingte Immissionsanteile im Nahbereich (nur übergeordneter Straßenverkehr, Hausbrand, Industrieanlagen, usw.).



Im Jahr 2022 wurde an der Station ein NO₂ Wert von 20 µg/m³, ein PM₁₀ Wert von 14 µg/m³ und ein PM_{2,5} Wert von 9 µg/m³ gemessen (Jahresmittelwerte). Die Werte für NO₂ und PM₁₀ sind im Verlauf der letzten Jahre deutlich zurückgegangen (siehe Trendlinien Abbildung 11).

Für das Prognosejahr 2035 der Untersuchung wird die Veränderung der NO₂- und PM₁₀-Werte der letzten Jahre in einer Abnahme der Hintergrundbelastung berücksichtigt.

Für eine Prognose auf der sicheren Seite wird davon ausgegangen, dass die Hintergrundbelastung im Jahr 2035 die Jahresmittelwerte des Jahres 2022 annimmt:

- NO₂ = 20 µg/m³
- PM₁₀ = 14 µg/m³
- PM_{2,5} = 9 µg/m³

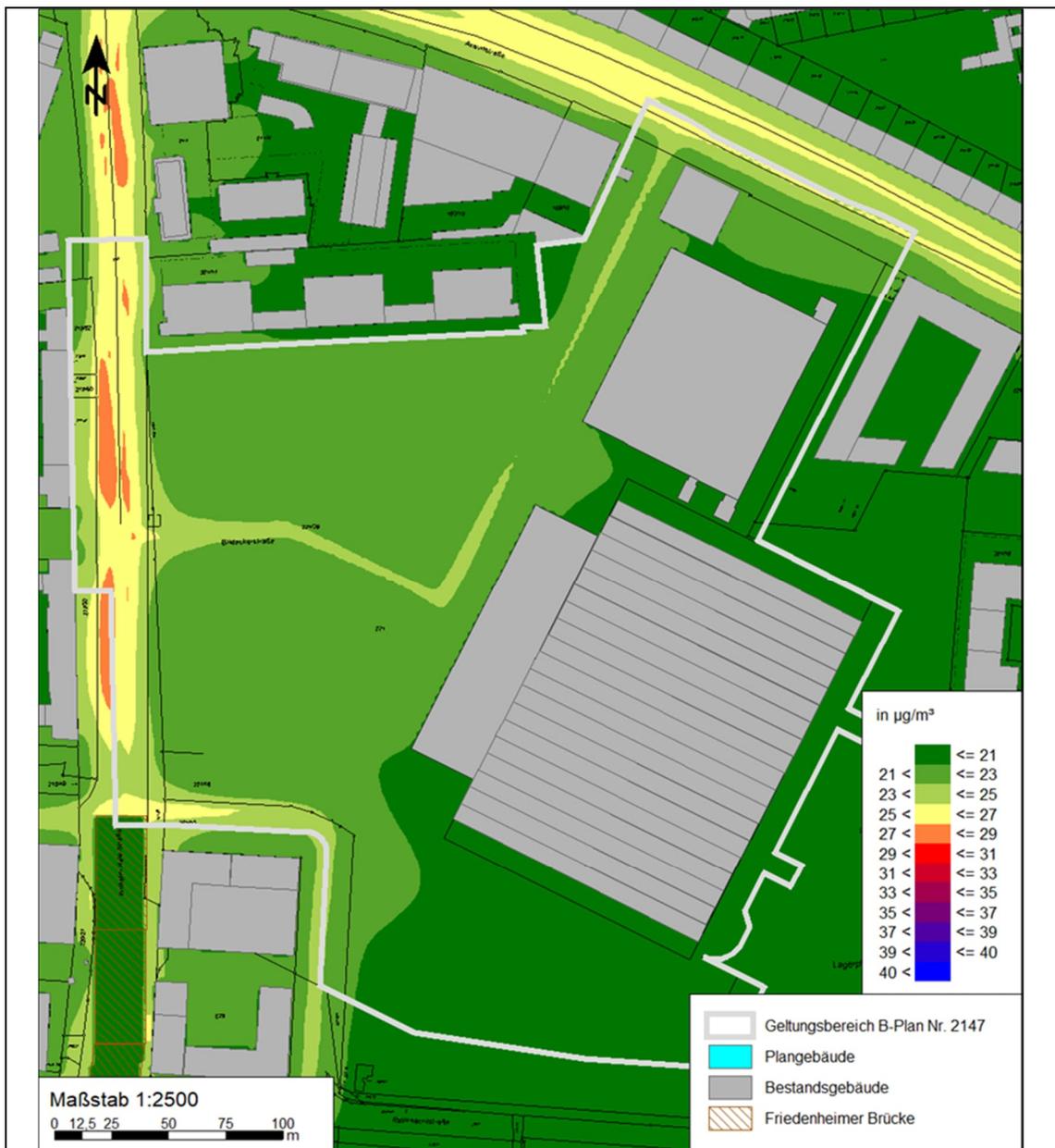
6. Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen

Ausgehend von den Schadstoffemissionen (Kap. 4.1), den meteorologischen Verhältnissen (Kap. 4.2), dem digitalen Gebäude- bzw. Geländemodell (Kap. 4.3) sowie den Randbedingungen (Kap. 5) wurden die Schadstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet durch Ausbreitungsberechnungen mit MISKAM, Version 6.3 [45] ermittelt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Schadstoffimmissionen im Nullfall und im Planfall für das Jahr 2035 (Emissionsfaktoren für das Jahr 2030) im Plangebiet dargestellt. Die Immissionen werden in den flächenhaften Karten auf einer mittleren Höhe von 1,7 m

über dem Gelände dargestellt. Diese Schichthöhe entspricht somit dem üblichen Aufenthaltsbereich (Kopfbereich) des Menschen.

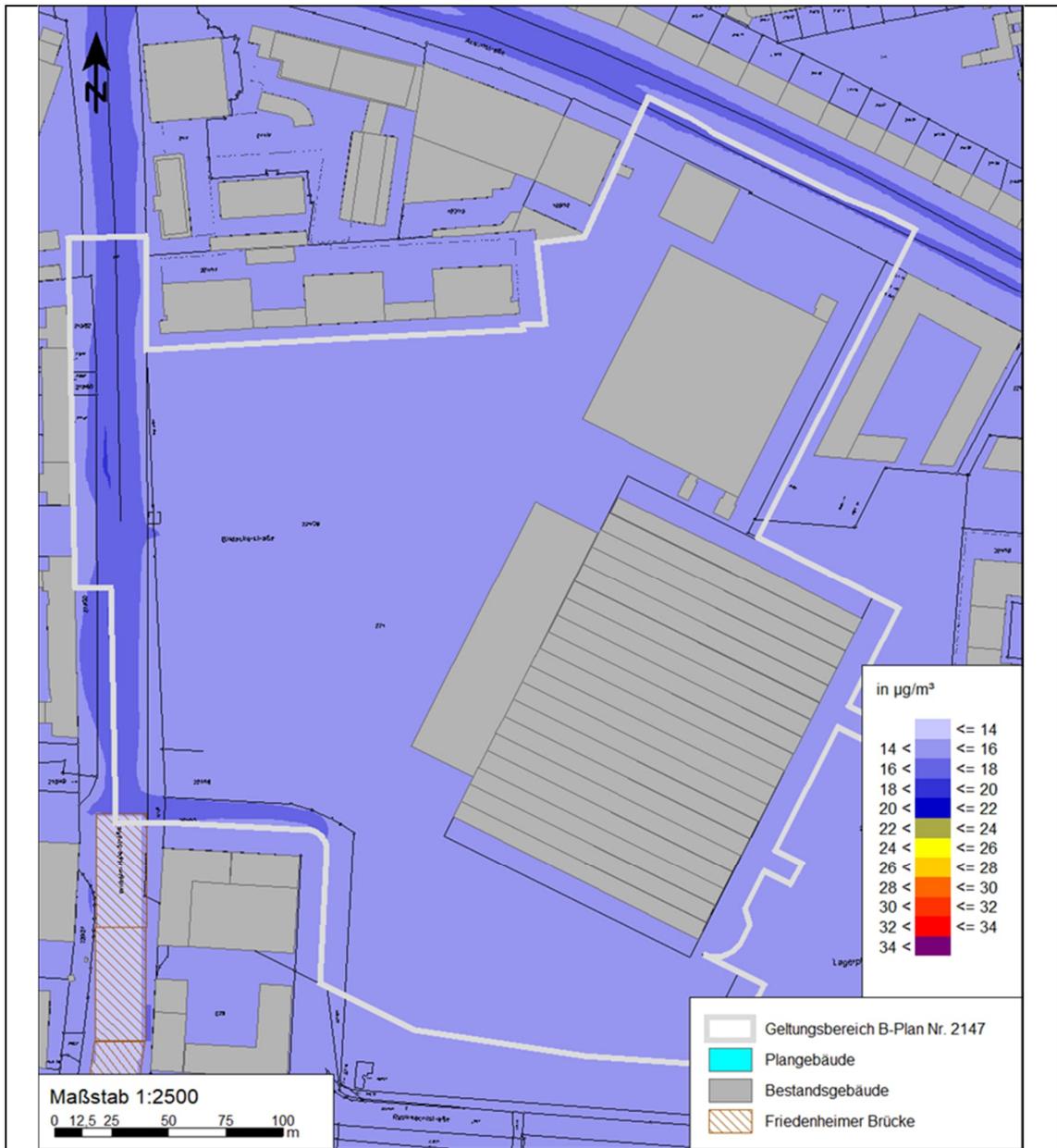
6.1 Prognose-Nullfall

Das Ergebnis der Ausbreitungsberechnungen des Nullfalls ist aus den Abbildungen 12 bis 14 für die Schadstoffkomponenten NO_2 , PM_{10} , und $\text{PM}_{2,5}$ für eine Aufpunkthöhe von 1,7 m über Gelände flächenhaft dargestellt.



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Abbildung 12: NO_2 -Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Nachbarschaft und im Plangebiet (Nullfall)



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Abbildung 13: PM_{10} -Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Nachbarschaft und im Plangebiet (Nullfall)

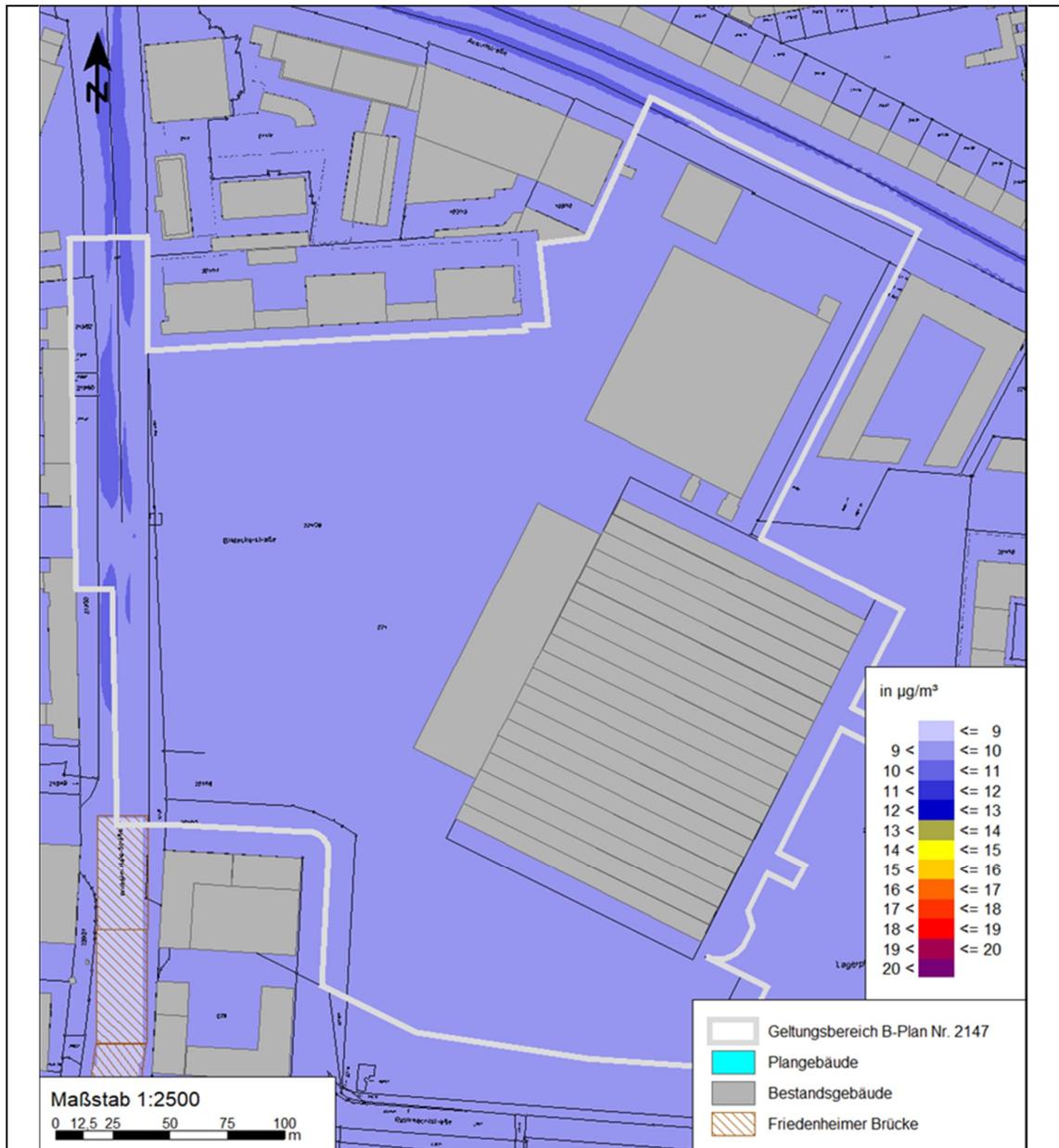


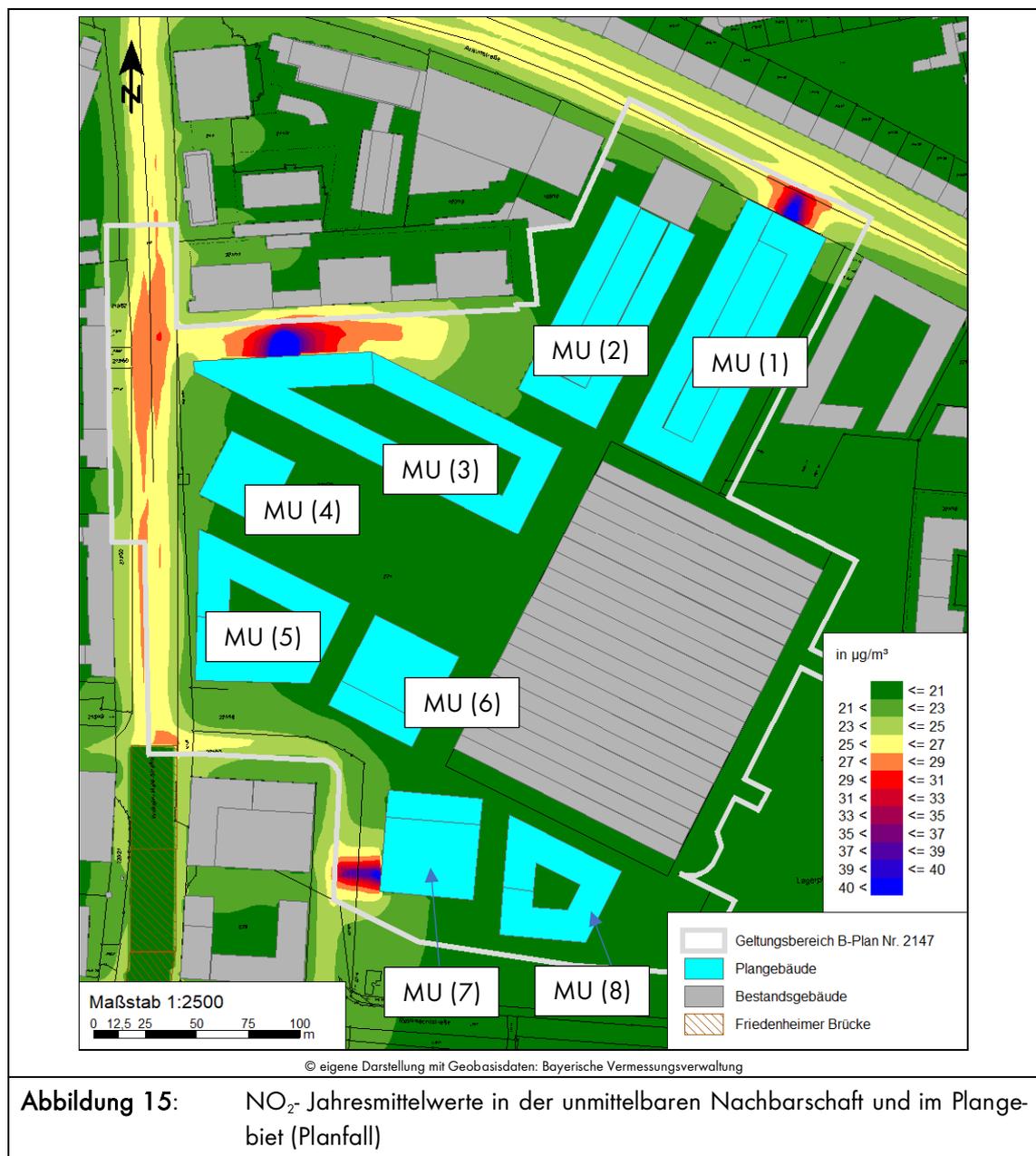
Abbildung 14: $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwerte in der unmittelbaren Nachbarschaft und im Plangebiet (Nullfall)

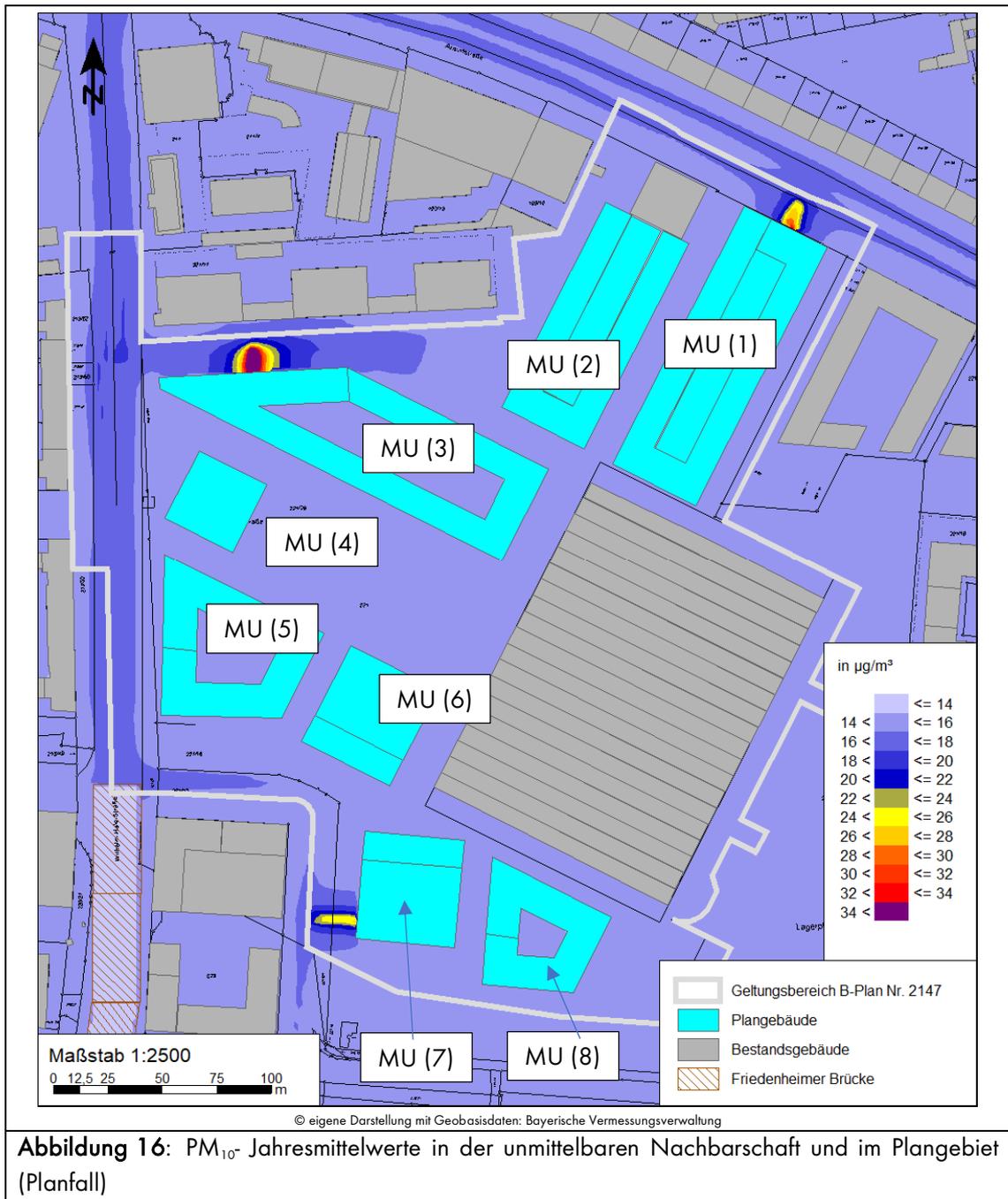
Die höchsten Schadstoffwerte treten im Plangebiet unmittelbar südlich des Kreuzungsbereichs Wilhelm-Hale-Straße und der in der Bestandssituation das Plangebiet durchschneidenden Bildackerstraße auf und betragen bis zu $28,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 , $18,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$. Im Bereich des Plangebiets, wo die Bildackerstraße in die Arnulfstraße mündet, treten im Straßenraum der Arnulfstraße Luftschadstoff-Konzentrationen von bis zu $26,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 , $16,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $10,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ auf. Mit zunehmendem horizontalem und vertikalem Abstand zu den umliegenden Straßen nehmen die Luftschadstoffbelastungen kontinuierlich ab, sodass im östlichen Plangebietsbereich die Luftschadstoffkonzentrationen nahezu auf das Hintergrundbelastungsniveau zurückgehen.

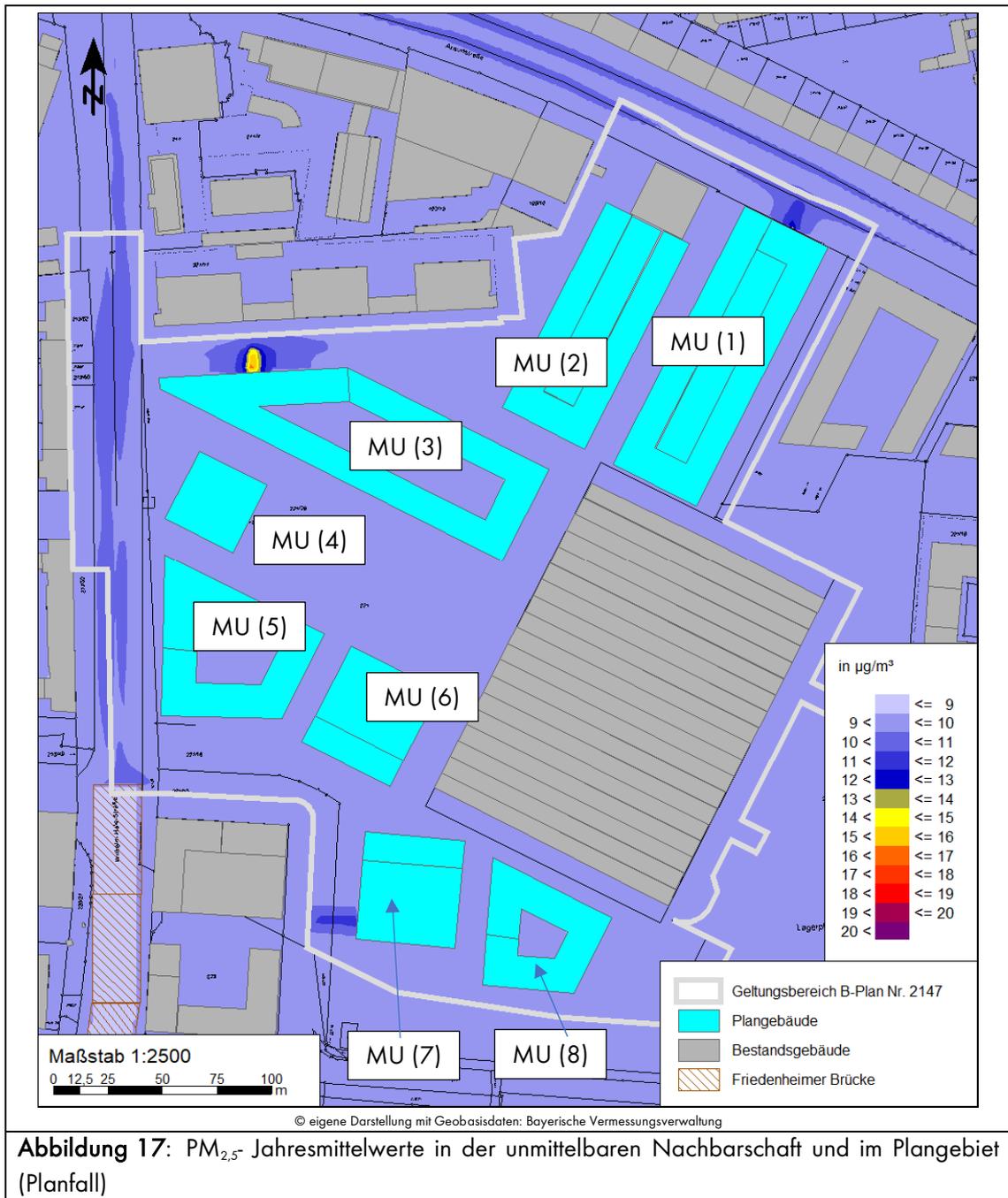
Die Jahresmittelgrenzwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 und PM_{10} und $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ werden im gesamten Plangebiet zuverlässig eingehalten. Unzulässig häufige Überschreitungen des Tagesmittelwertes für PM_{10} im Plangebiet sind unwahrscheinlich, da erst ab einer Feinstaubbelastung von mehr als $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} im Jahr die Wahrscheinlichkeit von Überschreitungen des Tagesgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} an mehr als 35 Tagen gegeben ist.

6.2 Prognose-Planfall

Das Ergebnis der Ausbreitungsberechnungen des Planfalls ist aus den Abbildungen 15 bis 17 für die Schadstoffkomponenten NO_2 , PM_{10} , und $\text{PM}_{2,5}$ für eine Aufpunkthöhe von 1,7 m über Gelände flächenhaft dargestellt.







Berechnungsergebnisse für eine Aufpunkthöhe von 6,5 m (1. OG) sind in Anlage 4.7 bis 4.9 dargestellt. Darin ist erkennlich, dass im Bereich der TG-Ein-/Ausfahrten keine Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV mehr prognostiziert werden.

TG 1 an der Arnulfstraße (MU (1))

Unmittelbar über (OG 1) und neben (horizontaler Abstand 4 m zum Mittelpunkt der Tiefgaragenein-/ausfahrt) der Tiefgaragenein- und Ausfahrt der Tiefgarage an der Arnulfstraße betragen die Luftschadstoffkonzentrationen an der Nordfassade des Plangebäudes MU (1) bis zu $33,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für

NO₂, 20,7 µg/m³ für PM₁₀ und 11,5 µg/m³ für PM_{2,5}. Mit zunehmendem horizontalem und vertikalem Abstand zur Tiefgaragenöffnungen nehmen somit die Luftschadstoffbelastungen kontinuierlich weiter ab, sodass an Fenster schutzbedürftiger Räume im unmittelbaren Nahbereich (OG 1 bzw. 4 m Abstand zum Mittelpunkt der Tiefgaragenein-/ausfahrt) die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV eingehalten werden können.

TG 2 an der Planstraße (MU (3))

Die höchsten Schadstoffwerte treten im mittleren Bereich des Plangebiets entlang der zur Planstraße orientierten nördlichen Fassade des Plangebäudes MU (3) (siehe Bezeichnung in den Abbildungen 15-17) in den Bereichen der Tiefgaragenöffnung auf und betragen unmittelbar über (OG 1) und neben (ca. 8 m horizontaler Abstand) der punktuell modellierten Aus- und Einfahrt der Tiefgarage - da im Bereich der Tiefgaragenöffnung keine Immissionsorte liegen - bis zu 39,6 µg/m³ für NO₂, 25,4 µg/m³ für PM₁₀ und 11,3 µg/m³ für PM_{2,5}. Die hohen Schadstoffkonzentrationen an dieser Stelle sind besonders hoch im direkten Nahbereich der Tiefgaragenöffnung und nehmen mit zunehmenden horizontalen wie auch vertikalen Abstand zur Tiefgaragen Aus- und Einfahrt konstant ab. Demnach werden die Immissionsgrenzwerte für NO₂ nur im Nahbereich der Tiefgaragenrampe überschritten. Bei den Schadstoffen PM₁₀ und PM_{2,5} liegen die Schadstoffkonzentrationen unterhalb von 40 µg/m³ für PM₁₀ und 25 µg/m³ für PM_{2,5} und halten somit die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV ein. Im OG 1 und in einem Abstand von 6 m zum Tiefgaragenmittelpunkt werden die Immissionsgrenzwerte eingehalten.

TG 3 am Birketweg (MU (7))

Unmittelbar über (OG 1) und neben der Tiefgaragenein- und Ausfahrt der Tiefgarage am MU (7) (horizontaler Abstand 4 m zum Mittelpunkt der Tiefgaragenein-/ausfahrt) betragen die Luftschadstoffkonzentrationen an der Westfassade des Plangebäudes MU (7) bis zu 34,4 µg/m³ für NO₂, 20,4 µg/m³ für PM₁₀ und 10,5 µg/m³ für PM_{2,5}. Mit zunehmendem horizontalem und vertikalem Abstand zur Tiefgaragenöffnungen nehmen somit die Luftschadstoffbelastungen kontinuierlich weiter ab, sodass an Fenster schutzbedürftiger Räume im unmittelbaren Nahbereich (OG 1 bzw. 4 m Abstand zum Mittelpunkt der Tiefgaragenein-/ausfahrt) die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV eingehalten werden können.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit wird festgesetzt, dass im Nahbereich der Tiefgaragenein-/ausfahrt in den o.g. horizontalen Abständen keine lüftungstechnisch erforderlichen Fenster von schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen errichtet werden dürfen. Im 1. Obergeschoss werden die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV bereits wieder eingehalten, sodass hier keine Festsetzung erforderlich wird.

Planbebauung

Die höchsten verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen (außerhalb der punktuellen Einflussbereiche der Tiefgaragen) treten entlang der westlichen Plangebietsgrenze entlang der Wilhelm-Hale-Straße auf und betragen an der Westfassade des Plangebäudes MU (3) bis zu 24,5 µg/m³ für NO₂, 15,9 µg/m³ für PM₁₀ und 9,6 µg/m³ für PM_{2,5}. An der Westfassade des Plangebäudes MU (4) sind

die Schadstoffkonzentrationen etwas geringer. Im südlichen Plangebietsteil treten die höchsten Schadstoffkonzentrationen an der Westfassade des Plangebäudes MU (5) auf und betragen bis zu $22,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 , $15,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$.

Die Jahresmittelgrenzwerte der 29. BImSchV werden demnach an allen Fassadenbereichen (abgesehen von den Ein-/Ausfahrtsbereichen der Tiefgaragen) eingehalten. Unzulässig häufige Überschreitungen des Tagesmittelwertes für PM_{10} im Plangebiet sind unwahrscheinlich, da erst ab einer Feinstaubbelastung von mehr als $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} im Jahr die Wahrscheinlichkeit von Überschreitungen des Tagesgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} an mehr als 35 Tagen gegeben ist.

7. Beurteilung

Bei den Prognosen wurde von einem worst-case Szenario ausgegangen. Dabei wurden die Verkehrsmengen im Planfall 2035 mit den verkehrsbedingten Emissionen aus dem Jahr 2030 berechnet. Bis zur Errichtung des Planvorhabens könnte sich demgegenüber eine gewisse Verbesserung einstellen, die über die kommenden Jahre voraussichtlich zunimmt (vgl. Hbefa 4.2).

7.1 Planvorhaben

Die höchsten Schadstoffwerte treten in den Bereichen der Tiefgaragenöffnungen auf. Dabei werden Überschreitungen im Bereich der Tiefgaragenein-/ausfahrten der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV für NO_2 prognostiziert. Im 1. Obergeschoss und in einem Abstand von 4 m (TG 1 und TG 3) bzw. 8 m vom Mittelpunkt der Ein-/Ausfahrt wird der Immissionsgrenzwert für NO_2 wieder eingehalten. Die Immissionsgrenzwerte für Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) werden bereits im Nahbereich der Ein-/Ausfahrt eingehalten.

Zum Schutz der angrenzenden Nutzungen im Nahbereich der Tiefgaragen sind daher keine Maßnahmen erforderlich, solange sich diese nicht in einem horizontalen Abstand von 4 m (TG 1 und TG 3) bzw. 8 m (TG 2) zum Mittelpunkt der Tiefgaragenein-/ausfahrt befinden.

7.2 Auswirkung auf die Nachbarschaft

Im Rahmen der Bauleitplanung sind zur Vorsorge sowie zur Beurteilung der Umweltauswirkungen, die Auswirkungen einer Planung auf die Nachbarschaft darzustellen und zu bewerten. Grundsätzlich ist bei erhöhten Luftschadstoffbelastungen von öffentlichen Verkehrswegen an Baugebieten keine kleinmaßstäbliche Lösung, sondern das Instrument der Luftreinhalteplanung für endgültige Problemlösungen, die zur Verbesserung der Luftqualität führen, anzuwenden (vgl. Kapitel 3).

Die verkehrlichen Auswirkungen des Planvorhabens wurden anhand flächenhafter Differenzbetrachtungen (Planfall – Nullfall) für die normale Aufenthaltshöhe von Menschen ($h = 1,7 \text{ m}$) ermittelt und ist aus den Abbildungen 18 bis 20 ersichtlich. In folgenden Abbildungen sind die Auswirkungen für NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ dargestellt.

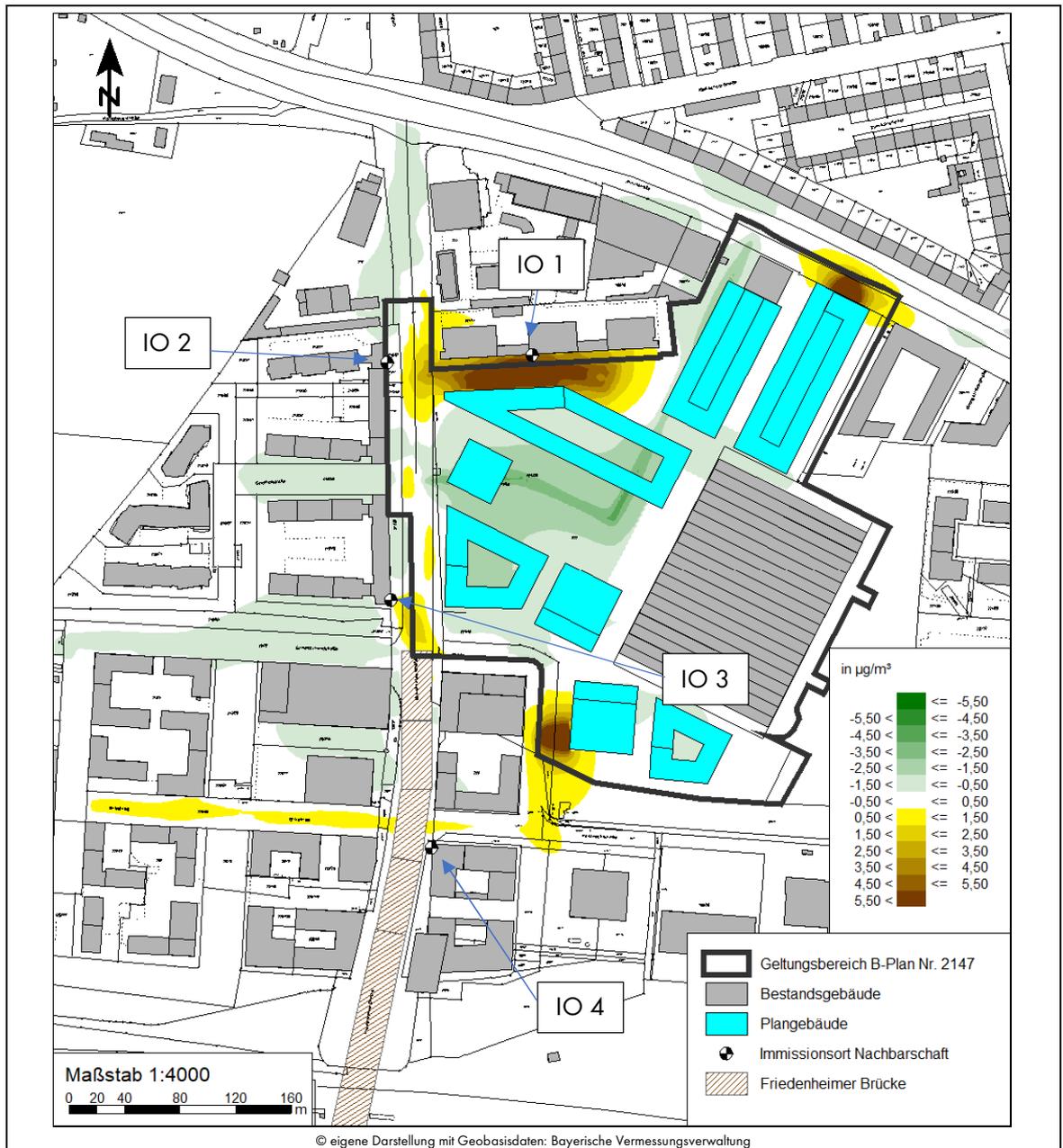
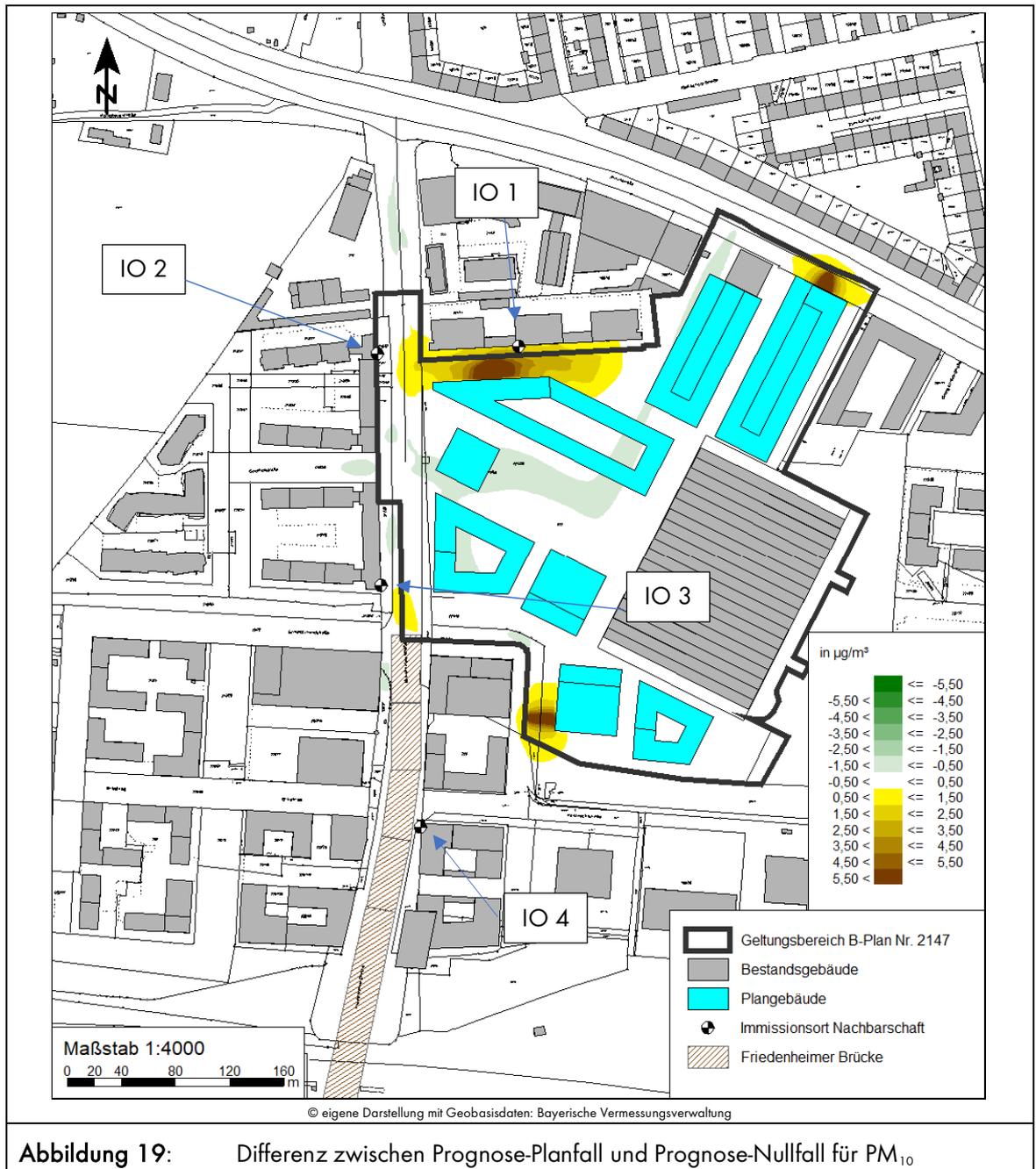
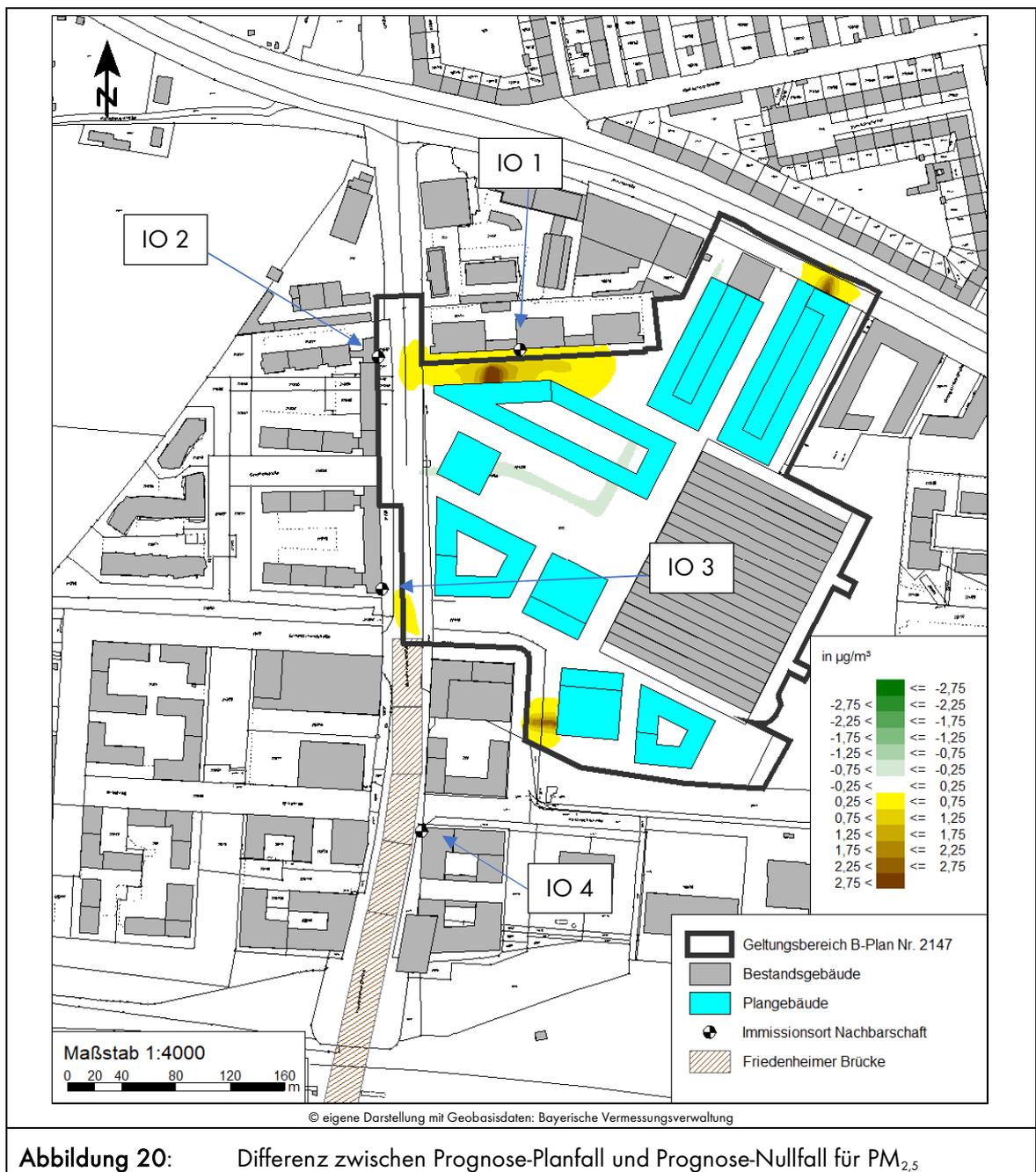


Abbildung 18: Differenz zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall für NO₂





Unter Berücksichtigung des Planvorhabens kommt es entlang des angrenzenden Straßennetzes zum Teil zu deutlichen Erhöhungen der verkehrsbedingten Luftschadstoffwerte.

Gemäß TA Luft sind auch bei einer Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der behandelten Schadstoffkomponenten (NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) keine schädlichen Umwelteinwirkungen zu erwarten, sofern die Zusatzbelastung einer Anlage nicht mehr als 3,0 % des Immissions-Jahresmittelwertes und damit irrelevant zur Gesamtbelastung beiträgt. Die Immissionsorte IO 1 bis IO 4 wurden an Punkten in der Nachbarschaft positioniert, wo sowohl hohe Luftschadstoffkonzentrationen als auch die deutlichsten Erhöhungen im Zuge der Planung auftreten. Hiermit wird der Teil der Nachbarschaft genauer unter-

sucht, dessen lufthygienische Situation sich durch das Planvorhaben am meisten verändert. Nachfolgend sind die Auswirkungen des Planvorhabens an den Immissionsorten IO 1 bis IO 4 für alle Stockwerke aufgezeigt.

Tabelle 10: Auswirkung des Planfalls auf die Nachbarschaft, Vergleich Jahresmittelwerte der Schadstoffe NO ₂ , PM ₁₀ und PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]										
IO	Geschoss	MISKAM-Modellierung						Differenz [Plan-Null]		
		Nullfall			Planfall			NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
		NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}			
IO 1	EG	20,9	14,2	9,1	25,9	16,5	9,7	5,0	2,3	0,6
	OG 1	20,9	14,2	9,1	25,6	16,4	9,6	4,8	2,2	0,5
	OG 2	20,9	14,2	9,1	25,2	16,2	9,6	4,4	2,0	0,5
	OG 3	20,8	14,2	9,1	24,2	15,8	9,5	3,5	1,6	0,4
	OG 4	20,8	14,2	9,1	23,5	15,5	9,4	2,8	1,3	0,3
	OG 5	20,7	14,2	9,1	22,3	15,0	9,3	1,7	0,8	0,2
IO 2	EG	22,8	15,1	9,4	23,3	15,3	9,5	1,0	0,5	0,2
	OG 1	22,6	15,1	9,3	23,1	15,3	9,4	1,0	0,5	0,1
	OG 2	22,3	15,0	9,3	22,8	15,2	9,4	0,9	0,5	0,1
	OG 3	21,9	14,8	9,2	22,3	15,0	9,3	0,8	0,4	0,1
	OG 4	21,6	14,6	9,2	21,9	14,8	9,3	0,6	0,3	0,1
	OG 5	21,1	14,4	9,1	21,1	14,4	9,2	0,2	0,1	0,1
IO 3	EG	23,0	15,3	9,4	23,6	15,4	9,5	0,8	0,3	0,1
	OG 1	22,8	15,2	9,4	23,2	15,3	9,5	0,6	0,2	0,1
	OG 2	22,5	15,1	9,3	23,0	15,2	9,4	0,7	0,2	0,1
	OG 3	22,0	14,9	9,3	22,4	15,0	9,4	0,5	0,2	0,1
	OG 4	21,6	14,7	9,2	22,0	14,8	9,3	0,5	0,2	0,1
	OG 5	21,0	14,4	9,1	21,3	14,5	9,2	0,3	0,1	0,1
IO 4	EG	23,4	15,6	9,5	23,7	15,5	9,6	0,4	0,1	0,1
	OG 1	23,4	15,6	9,5	23,6	15,5	9,6	0,4	0,1	0,1
	OG 2	23,4	15,6	9,5	23,5	15,5	9,6	0,3	0,1	0,1
	OG 3	23,1	15,4	9,5	23,1	15,4	9,5	0,2	0,1	0,1
	OG 4	22,7	15,3	9,4	22,8	15,2	9,4	0,2	0,0	0,0
	OG 5	22,2	15,0	9,3	22,2	14,9	9,3	0,2	0,0	0,0

Fett: Höchste Schadstoffbelastungen und Belastungszunahmen in der Nachbarschaft

An den ausgewählten Immissionsorten treten Schadstoffbelastungen von bis zu (IO 1) 25,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂, 16,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM₁₀ und 9,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{2,5} auf. Die höchsten Veränderungen der Schadstoffbelastung für NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} treten am Immissionsort IO 1 auf, die bis zu 5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO₂, 2,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ und 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{2,5} betragen, wobei die Immissionsgrenzwerte weiterhin eingehalten werden.

Gemäß TA Luft [5] sind auch bei einer Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der behandelten Schadstoffkomponenten (NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5}) keine schädlichen Umwelteinwirkungen zu erwarten, sofern die Zusatzbelastung einer Anlage nicht mehr als 3,0 % des Immissions-Jahresmittelwertes und

damit irrelevant zur Gesamtbelastung beiträgt. Im vorliegenden Fall wird mit einer hilfswweisen Beurteilung nach TA Luft die zulässige Erhöhung von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 an jedem der untersuchten Immissionsorte in der Nachbarschaft überschritten. Es treten maximale Erhöhungen von bis zu $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (IO 1) für NO_2 , $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ auf. Demnach werden die zulässigen Erhöhungen von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 und PM_{10} lediglich am Immissionsort IO 1 überschritten. Es handelt sich demnach gemäß den 3% Kriterien der TA Luft [5] um relevante Erhöhungen der Luftschadstoffkonzentrationen in der Nachbarschaft. Die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 und PM_{10} und $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ werden jedoch auch zukünftig in der gesamten Nachbarschaft zuverlässig eingehalten. Die maßgeblichen Erhöhungen der Luftschadstoffbelastungen treten vor allem in der näheren Umgebung der Tiefgarage am Plangebäude MU (3) auf. Die maßgebliche Erhöhung im Vergleich zum Prognose-Nullfall ergibt sich in diesem Bereich durch die Tatsache, dass sich im Bestand an dieser Stelle weder eine Tiefgarage noch eine Straße befindet.

Es liegen keine genauen Informationen zur Tiefgarage vor. Es wurden daher Annahmen getroffen., die voraussichtlich auf der sicheren Seite liegen und daher davon auszugehen ist, dass tatsächlich in Zukunft ggf. niedrigere Immissionen in der nördlichen Nachbarschaft vorliegen.

Um die lufthygienischen Auswirkungen auf die Nachbarschaft zu reduzieren, würde sich eine Verlegung der Tiefgarage an die Wilhelm-Hale-Straße oder weiter nach Süden z.B. zwischen Plangebäude MU (3) und MU (4) empfehlen. Dies führt jedoch, wie in schalltechnischen Stellungnahmen durch unser Haus bestätigt wurde, zu schalltechnischen Konflikten in der Nachbarschaft. Es muss also städtebaulich abgewogen werden, welche immissionstechnischen Belange vor andere zu stellen sind. Ist aufgrund der schalltechnischen Thematik ein Verbleib der Tiefgaragenaus- und Einfahrt an der Nordfassade des Plangebäude MU (3) erforderlich, so sind betriebliche und technische Maßnahmen an der Tiefgarage denkbar, um Konflikte in der Nachbarschaft zu reduzieren.

So kann bei gleichem Verkehrsaufkommen in der Tiefgarage beispielsweise durch die Anbringung von geschlossenen Tiefgaragentoren, durch eine größere Absaugrate der luftschadstoffbelasteten Tiefgaragenabluft durch die mechanische Belüftungsanlage, durch eine Verlagerung des maßgeblichen Anteils der Parkvorgänge in tieferen Untergeschossen, etc. eine maßgebliche Entschärfung des lufthygienischen Konfliktpotenzials in der nördlich der Tiefgarage gelegenen Nachbarschaft (vgl. IO 1) erzielt werden.

Die Reduzierung des Tiefgaragenverkehrs (Umverteilung eines Teils des Tiefgaragenverkehrs auf die beiden anderen Tiefgaragenöffnungen) kann auch zu einer deutlichen Verbesserung der lufthygienischen Situation in der Nachbarschaft führen.

Hier wird darauf hingewiesen, dass die Planstraße mit voller Verkehrslast über die gesamte Länge angesetzt wurde, obwohl zu erwarten ist, dass sich der maßgebliche Verkehr zwischen Wilhelm-Hale-Straße und der Tiefgarage konzentrieren wird. Eine konkrete Aussage dazu konnte dem Verkehrsgutachten jedoch nicht entnommen werden.

Im Hinblick auf die Feinstaubbelastung in der Nachbarschaft werden auch nach Errichtung des Planvorhabens die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV deutlich unterschritten. Somit sind auch Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} an mehr als 35 Tagen/Jahr unwahrscheinlich.

Die Erhöhung der Luftschadstoffkonzentration in Teilen der Nachbarschaft ergibt sich zum einen durch die Verkehrsmehrung an den umliegenden Straßen und maßgeblich auch durch die geplanten Tiefgaragen und zum anderen durch die Kubatur der Plangebäude, die zu einer maßgeblichen Veränderung der Windsituation in der Nachbarschaft führen. Im Zuge des Planvorhabens führt die Planbebauung dazu, dass in weiten Teilen der westlich der Wilhelm-Hale-Straße befindlichen Nachbarschaft Verbesserungen der lufthygienischen Situation eintreten.

Relevante (mehr als 3 % Erhöhung im Vergleich zum Prognose-Nullfall) Erhöhungen der Luftschadstoffkonzentrationen gekoppelt mit einem zuverlässigen Einhalten der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV in der Nachbarschaft sind jedoch mit anderen Belangen des Immissionsschutzes, Städtebaus, etc. abzuwägen. Dabei gilt es, Maßnahmen unter dem Aspekt der Verhältnismäßigkeit zu prüfen und ggf. umzusetzen.

8. Formulierungsvorschlag für den Bebauungsplan

8.1 Satzung

Immissionsschutz vor verkehrsbedingten Luftschadstoffen

- (1) In den Urbanen Gebieten MU(1) und MU(7) ist die Anordnung von lüftungstechnisch notwendigen Fenstern in einem horizontalen Abstand von bis zu 4 m zum geometrischen Mittelpunkt der Tiefgaragenein- bzw. -ausfahrten unzulässig. Im Urbanen Gebiet MU(3) ist die Anordnung von lüftungstechnisch notwendigen Fenstern in einem horizontalen Abstand von bis zu 8 m zum geometrischen Mittelpunkt der Tiefgaragenein- bzw. -ausfahrten unzulässig. Ausnahmen sind zulässig, sofern diese Räume nachweislich frei von Luftschadstoffen be- und entlüftet werden können (z. B. ein Fenster an einer anderen Seite).
- (2) Lüftungsöffnungen von Tiefgaragen (damit sind nicht die Tiefgaragenein- und ausfahrten gemeint) sind mit einem Mindestabstand von 4,5 m zu sensibel genutzten Bereichen (Türen und Fenster von schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen, Terrassen sowie Kinderfreispielflächen) anzuordnen. Soweit die Entlüftung der Tiefgaragen mechanisch erfolgt, ist diese in die Gebäude zu integrieren und über Dach senkrecht nach oben in den freien Windstrom zu führen. Die Anforderungen der VDI 3781 Blatt 4 (Juli 2017) sind dabei zu berücksichtigen.

Falls von einer über Dach geführten mechanischen Tiefgaragenentlüftung abgesehen werden sollte, ist der gutachterlich bestätigte Nachweis zu führen, dass im unmittelbaren Nahbereich der Öffnungen der Tiefgarage die lufthygienischen Grenzwerte eingehalten werden.

8.2 Begründung

Die verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden im Rahmen einer lufthygienischen Untersuchung (Möhler + Partner Ing. GmbH, Bericht Nr. 710-6150-LH-4 vom Mai 2024) berechnet und beurteilt.

Durch die Lage an der Arnulfstraße und Wilhelm-Hale-Straße kann eine relevante Einwirkung aus verkehrsbedingten Luftschadstoffen und relevante Auswirkungen auf die schutzbedürftige Nachbarschaft nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Die vom Kfz-Verkehr verursachten Abgase und deren Ein- und Auswirkungen sind daher im Rahmen einer luftschadstofftechnischen Untersuchung ausgehend von der Verkehrsbelastung und –zusammensetzung unter Einbeziehung der künftigen Bebauungsstruktur und der Hintergrundbelastung zu prognostizieren und zu beurteilen. Die Durchführung der verkehrsbedingten Immissionsprognose erfolgt für die maßgebenden Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid (NO_2) und Partikel (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$). Aufgrund der städtischen Bebauungsstruktur ist die Verwendung eines mikroskaligen dreidimensionalen Rechenmodells (MISKAM) notwendig. Dabei werden entsprechend der Anforderungen für das Bauleitplanverfahren der Prognose-Nullfall und Prognose-Planfall abgebildet und die Auswirkungen auf die Nachbarschaft und die eigene Planung aufgezeigt und beurteilt.

Die Durchführung der Immissionsprognose erfolgt für die maßgebenden Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxide (NO_2) und Feinstaubpartikel (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM. Die Luftschadstoffbelastung setzt sich aus der städtischen Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Abschätzung der städtischen Hintergrundbelastung erfolgte anhand der Jahresmessdaten des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU). Die verkehrsbedingte Emissionszusatzbelastung wurde mit Hilfe des HBEFA 4.2 unter zusätzlicher Berücksichtigung der PM_{10} -Emission durch Abrieb und Aufwirbelung ermittelt und die Immissionen im Null- und Planfall durch Ausbreitungsberechnungen für das Prognosejahr 2035 ermittelt, wobei die Emissionsparameter des HBEFA 4.2 für das Jahr 2030 und nicht für das Prognosejahr 2035 verwendet wurden. Dies hat folgenden Grund: HBEFA 4.2 schätzt basierend auf der absehbaren Entwicklung der Abgasvorschriften das Emissionsniveau des Flottenmixes ab. Diese Abschätzung fällt insbesondere bei hohen Lkw-Anteilen jedoch sehr optimistisch aus, was zur Folge hat, dass die Emissionsfaktoren für das Prognosejahr 2035 (Verkehrsmengenprognose) wesentlich niedriger sind als im Jahr 2030. Für den Fall einer frühen Baurealisierung (vor dem Prognosejahr 2035) wäre somit ein zu niedriger Emissionsansatz gewählt. Für eine Prognose auf der sicheren Seite liegend werden die Emissionsfaktoren des Jahres 2030 zugrunde gelegt.

Bei der Prognose wurde davon ausgegangen, dass für die Tiefgaragen eine mechanische Entlüftung realisiert und die Abluft über Dach in die freie Windströmung geführt wird. Dabei wurde unterstellt, dass eine Vermischung mit der Umgebungsluft gewährleistet ist. Bei gutachterlichem Nachweis einer Unbedenklichkeit der entstehenden Abluftströme und bei gestalterisch vertretbarer Einfügung in die Umgebung kann ggf. davon abgewichen werden.

Unabhängig davon wird im Bebauungsplan aus Vorsorgegründen festgesetzt, dass Lüftungsöffnungen von Tiefgaragen (damit sind nicht die Tiefgaragenein- und ausfahrten gemeint) mit einem Mindestabstand (Außenkante) von 4,5 m zu Fenstern schutzbedürftiger Aufenthaltsräume bzw. zu Aufenthaltsbereichen im Freien anzuordnen sind. Dies gilt insbesondere auch für Terrassen, Ruhezonen,

Kinderspielflächen und Freispielflächen von Kindertageseinrichtungen. Die Regelung dieser Festsetzung stellt auf den Schutz dieser sensiblen Nutzungen durch Einhaltung eines ausreichenden Abstands ab.

Die höchsten Schadstoffwerte innerhalb des Plangebietes treten im mittleren Bereich des Plangebiets entlang der zur Planstraße orientierten nördlichen Fassade des Plangebäudes MU (3) in dem Bereich der Tiefgaragenöffnung auf und betragen unmittelbar über (OG 1) und neben (ca. 8 m Abstand) der punktuell modellierten Aus- und Einfahrt der Tiefgarage – da im Bereich der Tiefgaragenöffnung keine Immissionsorte liegen - bis zu $39,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 , $25,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$. Die hohen Schadstoffkonzentrationen an dieser Stelle sind besonders hoch im direkten Nahbereich der Tiefgaragenöffnung und nehmen mit zunehmenden horizontalen wie auch vertikalen Abstand zur Tiefgaragen Aus- und Einfahrt konstant ab. Demnach werden die Immissionsgrenzwerte für NO_2 nur im Nahbereich der Tiefgaragenrampe überschritten. Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte für NO_2 treten ebenfalls an den Tiefgaragenein-/ausfahrten am MU(1) und MU(7) auf. Daher wird festgesetzt, dass in einem horizontalen Abstand von bis zu 4 m (Tiefgaragenein-/ausfahrten am MU(1) und MU(7)) bzw. 8 m (Tiefgaragenein-/ausfahrt am MU(3)) zum geometrischen Mittelpunkt der Tiefgaragenein- bzw. -/ausfahrten keine lüftungstechnisch notwendigen Fenster anzuordnen sind.

Für die Obergeschosse sowie verkehrsabgewandte Fassaden nehmen die Luftschadstoffbelastungen zunehmend ab, sodass hier deutlich niedrigere Konzentrationen prognostiziert werden. Im 1. Obergeschoss unmittelbar über der Tiefgaragenein-/ausfahrt an der Planstraße wird der Immissionsgrenzwert für NO_2 von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ knapp eingehalten. Es wird daher empfohlen im 1. Obergeschoss über der Tiefgaragenein-/ausfahrt keine lüftungstechnisch notwendigen Fenster zu platzieren.

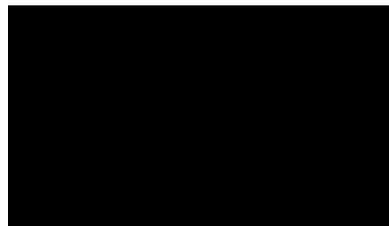
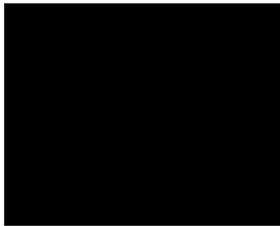
Generell müssen Tiefgaragen, wie alle nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen nach §22 BImSchG so betrieben werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen – soweit wie dies nach dem Stand der Technik möglich ist – verhindert werden.

In der Nachbarschaft treten Schadstoffbelastungen $25,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 , $16,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} und $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ auf (Wilhelm-Hale-Straße 46a). Die Jahresmittelgrenzwerte werden damit im Planungsfall auch an allen untersuchten Immissionsorten in der unmittelbaren Nachbarschaft deutlich unterschritten. Die Auswirkungen des Planvorhabens auf die Nachbarschaft wurden durch eine Differenzbetrachtung (Planfall – Nullfall) ermittelt. An der Wilhelm-Hale-Straße 46a werden ebenfalls die höchsten Schadstoffzunahmen prognostiziert. Dort beträgt die Erhöhung der Luftschadstoffbelastung durch das Planvorhaben im Jahresmittelwert für $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 , $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$. Ursächlich für diese Erhöhungen ist v.a. die Tiefgaragenein-/ausfahrt am MU(3). Es liegen demnach Erhöhungen der Luftschadstoffbelastung von mehr als 3 % des Immissionsjahresmittelwertes vor, die gemäß der hilfsweise herangezogenen TA Luft als abwägungsrelevant anzusehen sind. Es ist also mit einer teilweisen Beeinflussung der Nachbarschaft durch verkehrsbedingte Luftschadstoffe durch das Planvorhaben zu rechnen. Jedoch werden auch nach Realisierung der Planung die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 , $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ konsequent unterschritten. Die Planbebauung löst somit keine neue Konfliktsituation in der Nachbarschaft aus.

Dieses Gutachten umfasst 54 Seiten und 4 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure GmbH gestattet.

München, den 23.05.2024

Möhler + Partner
Ingenieure GmbH



9. Anlagen

Anlage 1: Übersichtslagepläne

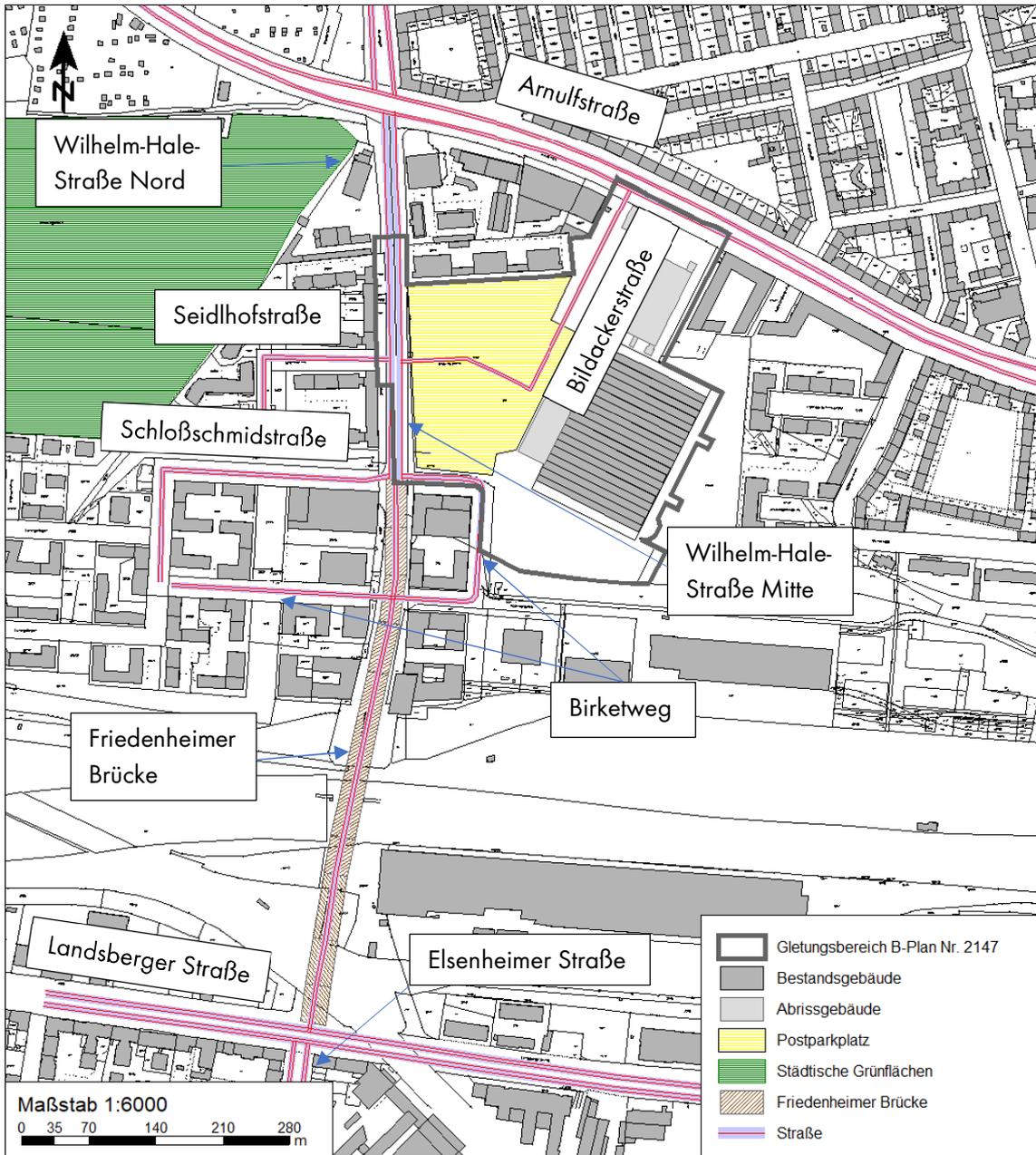
Anlage 2: Emissionsprognose

Anlage 3: Windfeldberechnungen

Anlage 4: Ergebnisse der flächenhaften Ausbreitungsberechnungen

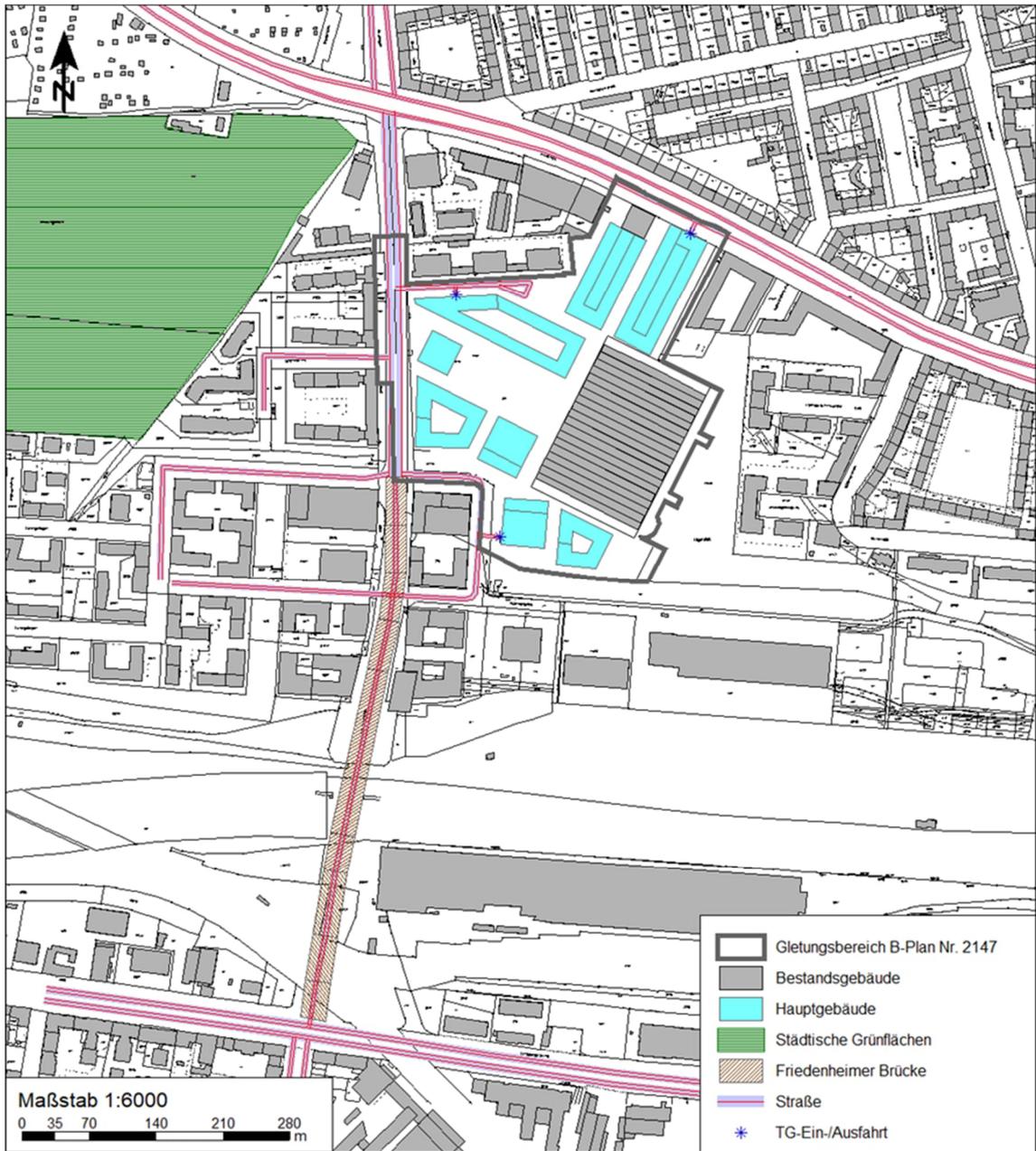
Anlage 1: Übersichtslagepläne

Prognose-Nullfall



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Prognose-Planfall



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anlage 2: Emissionsprognose

Verkehrsmengenangaben des Prognose-Nullfalls

ID	Name	Gebietstyp	Straßentyp	Spuren	Tempolimit	DTV Kfz/24h	SLKW %
1	Amulfstr. RiOst westl. W.H.	1	1	2	50	6.830	8,7
2	Arnulfstr. RiOst westl.W.H. KR	1	1	3	50	6.830	8,7
3	Amulfstr. RiOst östl.W.H.	1	1	2	50	6.435	7,9
4	Amulfstr. RiOst östl. FSA	1	1	2	50	6.520	7,9
5	Amulfstr. RiWest westl.W.H.	1	1	2	50	6.830	8,7
6	Arnulfstr. RiWest östl.W.H. KR	1	1	4	50	6.435	7,9
7	Amulfstr. RiWest östl.W.H.	1	1	2	50	6.435	7,9
8	Amulfstr. RiWest östl.FSA	1	1	2	50	6.520	7,9
9	Bildackerstr.	1	0	2	30	1.940	24,7
10	Birketweg KR	1	0	2	50	3.730	12,7
11	Birketweg	1	0	2	50	3.730	12,7
12	Elsenheimerstr. RiSüd	1	1	2	50	6.410	10,0
13	Elsenheimerstr. RiNord KR	1	1	3	50	6.410	10,0
14	Friedenheimer Br. Nord KR	1	1	4	50	15.460	11,3
15	Friedenheimer Br. Mitte	1	1	2	50	15.460	11,3
16	Friedenheimer Br. Süd KR	1	1	5	50	15.460	11,3
17	Landsb.Str. RiOst westl.	1	1	3	50	12.825	6,9
18	Landsb.Str. RiOst westl. KR	1	1	3	50	12.825	6,9
19	Landsb.Str. RiOst östl.	1	1	2	50	11.420	7,6
20	Landsb.Str. RiWest östl.	1	1	3	50	11.420	7,6
21	Landsb.Str. RiWest östl. KR	1	1	3	50	11.420	7,6
22	Landsb.Str. RiWest westl.	1	1	2	50	12.825	6,9
23	Schloßschmidstr.	1	0	2	30	3.060	5,0
24	Seidlhofstr.	1	0	2	50	550	5,5
25	Steubenpl. RiSüd KR	1	1	3	50	4.980	11,4
26	Steubenpl. RiNord	1	1	1	50	4.980	11,4
27	W.H.Str. Nord KR	1	1	5	50	13.580	11,3
28	W.H.Str. Nord	1	1	4	50	13.580	11,3
29	W.H.Str. Mitte KR	1	1	5	50	13.560	11,7
30	W.H.Str. Süd KR	1	1	5	50	14.390	11,6

Gebietstyp 1: innerorts

Straßentyp: 1 = Hauptverkehrsstraße, 0 = Erschließungsstraße

Verkehrsmengenangaben des Prognose-Planfalls

ID	Name	Gebietstyp	Straßentyp	Spuren	Tempolimit	DTV Kfz/24h	SLKW %
1	Arnulfstr. RiOst westl. W.H.	1	1	2	50	7.220	7,2
2	Arnulfstr. RiOst westl.W.H. KR	1	1	3	50	7.220	7,2
3	Arnulfstr. RiOst östl.W.H.	1	1	2	50	7.080	6,6
4	Arnulfstr. RiOst östl. FSA	1	1	2	50	7.005	6,7
5	Arnulfstr. RiWest westl.W.H.	1	1	2	50	7.220	7,2
6	Arnulfstr. RiWest östl.W.H. KR	1	1	4	50	7.080	6,6
7	Arnulfstr. RiWest östl.W.H.	1	1	2	50	7.080	6,6
8	Arnulfstr. RiWest östl.FSA	1	1	2	50	7.005	6,7
9	Planstraße	1	0	2	30	4.180	6,1
10	Planstraße KR	1	0	2	30	4.180	6,1
11	Birketweg KR	1	0	2	50	6.130	8,2
12	Birketweg	1	0	2	50	6.130	8,2
13	Elsenheimerstr. RiSüd	1	1	2	50	6.925	9,1
14	Elsenheimerstr. RiNord KR	1	1	3	50	6.925	9,1
15	Friedenheimer Br. Nord KR	1	1	4	50	17.020	8,6
16	Friedenheimer Br. Mitte	1	1	2	50	17.020	8,6
17	Friedenheimer Br. Süd KR	1	1	5	50	17.020	8,6
18	Landsb.Str. RiOst westl.	1	1	3	50	13.335	6,3
19	Landsb.Str. RiOst westl. KR	1	1	3	50	13.335	6,3
20	Landsb.Str. RiOst östl.	1	1	2	50	11.885	6,8
21	Landsb.Str. RiWest östl.	1	1	3	50	11.885	6,8
22	Landsb.Str. RiWest östl. KR	1	1	3	50	11.885	6,8
23	Landsb.Str. RiWest westl.	1	1	2	50	13.335	6,3
24	Schloßschmidstr.	1	0	2	30	2.890	5,2
25	Seidlhofstr.	1	0	2	50	520	5,6
26	Steubenpl. RiSüd KR	1	1	3	50	5.775	9,4
27	Steubenpl. RiNord	1	1	1	50	5.775	9,4
28	W.H.Str. Nord KR	1	1	5	50	15.030	8,4
29	W.H.Str. Mitte KR	1	1	5	50	16.180	8,9
30	W.H.Str. Süd KR	1	1	5	50	16.230	8,9

Gebietstyp 1: innerorts

Straßentyp: 1 = Hauptverkehrsstraße, 0 = Erschließungsstraße

Prognose-Nullfall – LOS-Verteilung und Emissionsfaktoren

ID	Name	LOS1 % (flüssig)	LOS2 % (dicht)	LOS3 % (gesättigt)	LOS4 % (stop&go)	LOS5 % (stop&go2)	Emissionen PM ₁₀ g/(m ³ *d)	Emissionen PM _{2,5} g/(m ³ *d)	Emissionen NO _x g/(m ³ *d)
1	Arnulfstr. RiOst westl. W.H.	10,3	89,7	0	0	0	0,40	0,14	0,99
2	Arnulfstr. RiOst westl.W.H. KR	15,5	67,8	0	11,7	5	0,49	0,15	1,16
3	Arnulfstr. RiOst östl.W.H.	10,3	89,7	0	0	0	0,37	0,13	0,91
4	Arnulfstr. RiOst östl. FSA	10,3	89,7	0	0	0	0,37	0,13	0,92
5	Arnulfstr. RiWest westl.W.H.	10,3	89,7	0	0	0	0,40	0,14	0,99
6	Arnulfstr. RiWest östl.W.H. KR	56,9	26,5	0	11,7	5	0,37	0,13	1,00
7	Arnulfstr. RiWest östl.W.H.	10,3	89,7	0	0	0	0,37	0,13	0,91
8	Arnulfstr. RiWest östl.FSA	10,3	89,7	0	0	0	0,37	0,13	0,92
9	Bildackerstr.	83,1	16,9	0	0	0	0,20	0,06	0,59
10	Birketweg KR	11,8	71,5	0	11,7	5	0,41	0,09	0,82
11	Birketweg	14,2	85,8	0	0	0	0,35	0,09	0,70
12	Elsenheimerstr. RiSüd	10,3	89,7	0	0	0	0,40	0,14	0,97
13	Elsenheimerstr. RiNord KR	28	55,3	0	11,7	5	0,47	0,14	1,13
14	Friedenheimer Br. Nord KR	6	77,3	0	11,7	5	1,34	0,36	3,18
15	Friedenheimer Br. Mitte	3,6	79,5	16,9	0	0	1,19	0,35	2,61
16	Friedenheimer Br. Süd KR	8,5	74,8	0	11,7	5	1,33	0,36	3,19
17	Landsb.Str. RiOst westl.	7,3	92,7	0	0	0	0,70	0,26	1,75
18	Landsb.Str. RiOst westl. KR	6	77,3	0	11,7	5	0,86	0,26	2,05
19	Landsb.Str. RiOst östl.	5,2	94,8	0	0	0	0,65	0,23	1,60
20	Landsb.Str. RiWest östl.	7,3	92,7	0	0	0	0,65	0,23	1,60
21	Landsb.Str. RiWest östl. KR	6	77,3	0	11,7	5	0,80	0,24	1,88
22	Landsb.Str. RiWest westl.	5,2	94,8	0	0	0	0,71	0,26	1,75
23	Schloßschmidstr.	55	45	0	0	0	0,15	0,06	0,43
24	Seidlhofstr.	100	0	0	0	0	0,03	0,01	0,06
25	Steubenpl. RiSüd KR	45,8	37,5	0	11,7	5	0,36	0,11	0,91
26	Steubenpl. RiNord	7,3	92,7	0	0	0	0,34	0,11	0,80
27	W.H.Str. Nord KR	11,8	71,5	0	11,7	5	1,15	0,31	2,59
28	W.H.Str. Nord	10,3	89,7	0	0	0	0,91	0,31	2,15
29	W.H.Str. Mitte KR	11,8	71,5	0	11,7	5	1,17	0,31	2,62
30	W.H.Str. Süd KR	8,5	74,8	0	11,7	5	1,25	0,33	2,78

Post-Parkplatz

Verkehrsmengen und Emissionsfaktoren

Straßenname	V [km/h]	M [Pkw]	M [Lkw]	LOS	Anteil [%]	Steigung	Emissionsfaktoren HBEFA 4.2								
							NOx [Pkw]	NOx [Lkw]	NOx [Pkw]	PM 10 [Pkw]	PM 10 [Lkw]	PM 10 [Pkw]	PM 2,5 [Pkw]	PM 2,5 [Lkw]	PM 2,5 [Pkw]
							[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]
Einparken (50m)	30	1.461	479	f	100	0%	0,143	2,093	0,213	0,047	1,218	0,001	0,017	0,086	0,001

Emissionen

Straßenname	V [km/h]	Emissionen pro Fahrklasse und Tag						Gesamt			Gesamtemission		
		NOx [Pkw]	NOx [Lkw]	PM10 [Pkw]	PM10 [Lkw]	PM2,5 [Pkw]	PM2,5 [Lkw]	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
		[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]	[g/m ³ *d]
Einparken (50m)	30	0,209	1,003	0,069	0,583	0,025	0,041	1,211	0,652	0,066	1,211	0,652	0,066

Prognose-Planfall – LOS-Verteilung und Emissionsfaktoren

ID	Name	LOS1 % (flüssig)	LOS2 % (dicht)	LOS3 % (gesättigt)	LOS4 % (stop&go)	LOS5 % (stop&go2)	Emissionen PM ₁₀ g/(m ³ *d)	Emissionen PM _{2,5} g/(m ³ *d)	Emissionen NO _x g/(m ³ *d)
1	Arnulfstr. RiOst westl. W.H.	10,3	89,7	0	0	0	0,40	0,15	0,99
2	Arnulfstr. RiOst westl.W.H. KR	15,5	67,8	0	11,7	5	0,47	0,15	1,15
3	Arnulfstr. RiOst östl.W.H.	10,3	89,7	0	0	0	0,37	0,14	0,95
4	Arnulfstr. RiOst östl. FSA	10,3	89,7	0	0	0	0,37	0,14	0,94
5	Arnulfstr. RiWest westl.W.H.	10,3	89,7	0	0	0	0,40	0,15	0,99
6	Arnulfstr. RiWest östl.W.H. KR	45,8	37,5	0	11,7	5	0,40	0,14	1,05
7	Arnulfstr. RiWest östl.W.H.	10,3	89,7	0	0	0	0,37	0,14	0,95
8	Arnulfstr. RiWest östl.FSA	10,3	89,7	0	0	0	0,37	0,14	0,94
9	Planstraße	14,2	85,8	0	0	0	0,26	0,08	0,71
10	Planstraße KR	11,8	71,5	0	11,7	5	0,30	0,08	0,82
11	Birketweg KR	6	77,3	0	11,7	5	0,52	0,13	1,16
12	Birketweg	7,3	92,7	0	0	0	0,45	0,13	1,02
13	Elsenheimerstr. RiSüd	10,3	89,7	0	0	0	0,42	0,15	1,02
14	Elsenheimerstr. RiNord KR	15,5	67,8	0	11,7	5	0,51	0,15	1,20
15	Friedenheimer Br. Nord KR	6	77,3	0	11,7	5	1,27	0,37	3,16
16	Friedenheimer Br. Mitte	3,6	64,7	31,7	0	0	1,23	0,36	2,72
17	Friedenheimer Br. Süd KR	8,5	74,8	0	11,7	5	1,26	0,37	3,17
18	Landsb.Str. RiOst westl.	7,3	92,7	0	0	0	0,70	0,26	1,78
19	Landsb.Str. RiOst westl. KR	6	77,3	0	11,7	5	0,85	0,27	2,07
20	Landsb.Str. RiOst östl.	5,2	94,8	0	0	0	0,65	0,24	1,62
21	Landsb.Str. RiWest östl.	7,3	92,7	0	0	0	0,64	0,24	1,61
22	Landsb.Str. RiWest östl. KR	6	77,3	0	11,7	5	0,79	0,24	1,89
23	Landsb.Str. RiWest westl.	5,2	94,8	0	0	0	0,71	0,26	1,78
24	Schloßschmidstr.	55	45	0	0	0	0,14	0,06	0,41
25	Seidlhofstr.	100	0	0	0	0	0,03	0,01	0,06
26	Steubenpl. RiSüd KR	45,8	37,5	0	11,7	5	0,38	0,13	0,97
27	Steubenpl. RiNord	5,2	94,8	0	0	0	0,36	0,12	0,87
28	W.H.Str. Nord KR	8,5	74,8	0	11,7	5	1,09	0,32	2,56
29	W.H.Str. Mitte KR	8,5	74,8	0	11,7	5	1,21	0,35	2,81
30	W.H.Str. Süd KR	8,5	74,8	0	11,7	5	1,22	0,35	2,82

Tiefgaragen – TG 2

Tiefgarage (TG) an der Planstraße			
Kaltstarts in (g/h)	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
Emissionen pro Stunde	6,940	0,033	0,033
Zu- und Abfahrt über TG-Rampen (Lkw+Pkw)	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
Emissionen pro Stunde	4,619	2,069	0,371
Ein- und Ausparkvorgänge Pkw im UG1	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
Emissionen pro Stunde	1,559	0,512	0,185
Ein- und Ausparkvorgänge Lkw im UG1	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
Emissionen pro Stunde	1,116	0,650	0,046
Zufahrt Pkw in UG 2 -	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
Emissionen pro Stunde	1,559	0,512	0,185
Summe Emissionen an TG-Ein- oder Ausfahrt	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
Emissionen pro Stunde	15,793	3,776	0,820
Summe Emissionen an TG-Ein- oder Ausfahrt (10%)	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
Emissionen pro Stunde	1,579	0,378	0,082

TG 1 und 3

Verkehrsmengen

Straßen	Detail	DTV	mtag	ptags	mnacht	pnachts	DTV PKW	DTV LKW	SV %	Spuren	v [km/h]	Straßen
TGa 1	Arnulfstraße	1.260	79	6,3%	0	0,0%	1.180	80	6,3%	2	30	städt. ERSCHL
TGa 3	Birketweg	2.210	138	3,6%	0	0,0%	2.130	80	3,6%	2	30	städt. ERSCHL

Emissionen - TG Öffnung

Emissionsfaktoren HBEFA 4.2												
				NOx [Pkw]	NOx [Lkw]	NOx [Pkw]	PM 10 [Pkw]	PM 10 [Lkw]	PM 10 [Pkw]	PM 2,5 [Pkw]	PM 2,5 [Lkw]	PM 2,5 [Pkw]
Straßen	Detail	Steigung	Länge [m]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]
TGa 1	Arnulfstraße	0%	400	0,143	2,093	0,213	0,047	1,218	0,001	0,017	0,086	0,001
		+/-6%	100	0,163	1,832	0,213	0,047	1,219	0,001	0,017	0,087	0,001
TGa 3	Birketweg	0%	400	0,143	2,093	0,213	0,047	1,218	0,001	0,017	0,086	0,001
		+/-6%	100	0,163	1,832	0,213	0,047	1,219	0,001	0,017	0,087	0,001

Emissionen pro Fahrklasse und Tag												
				NOx [Pkw]	NOx [Lkw]	NOx [Kaltstart]	PM10 [Pkw]	PM10 [Lkw]	PM10 [Kaltstart]	PM2,5 [Pkw]	PM2,5 [Lkw]	PM2,5 [Kaltstart]
Straßen	Detail	Steigung	Länge [m]	[g/m*d]	[g/Tag]	[g/m*d]	[g/Tag]	[g/m*d]	[g/Tag]	[g/m*d]	[g/Tag]	[g/Tag]
TGa 1	Arnulfstraße	0%	400	0,169	0,167	134,190	0,055	0,097	1,260	0,020	0,007	1,260
		+/-6%	100	0,192	0,147	0,000	0,055	0,098	0,000	0,020	0,007	0,000
TGa 3	Birketweg	0%	400	0,305	0,167	235,365	0,100	0,097	2,210	0,036	0,007	2,210
		+/-6%	100	0,347	0,147	0,000	0,100	0,098	0,000	0,036	0,007	0,000

				Gesamt			Gesamtemission		
				NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
Straßen	Detail	Steigung	Länge [m]	[g/d]	[g/d]	[g/d]	[g/h]		
TGa 1	Arnulfstraße	0%	400	268,66	62,42	12,04	1,261	0,324	0,061
		+/-6%	100	33,89	15,30	2,70			
TGa 3	Birketweg	0%	400	424,18	81,23	19,45	1,973	0,421	0,099
		+/-6%	100	49,38	19,76	4,32			

Emissionen - TG-Zufahrt

Emissionsfaktoren HBEFA 4.2												
				NOx [Pkw]	NOx [Lkw]	NOx [Pkw]	PM 10 [Pkw]	PM 10 [Lkw]	PM 10 [Pkw]	PM 2,5 [Pkw]	PM 2,5 [Lkw]	PM 2,5 [Pkw]
Straßen	Detail	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]	[g/Kaltstart]	[g/km]
TGa 1	Arnulfstraße	0,143	2,093	0,192	0,047	1,218	0,001	0,017	0,086	0,001		
TGa 3	Birketweg	0,143	2,093	0,192	0,047	1,218	0,001	0,017	0,086	0,001		

				Emissionen pro Fahrklasse und Tag				Gesamt			Gesamtemission				
				NOx [Pkw]	NOx [Lkw]	PM10 [Pkw]	PM10 [Lkw]	PM2,5 [Pkw]	PM2,5 [Lkw]	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]	NOx [Summe]	PM10 [Summe]	PM2,5 [Summe]
Straßen	Detail	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]	[g/m*d]
TGa 1	Arnulfstraße	0,169	0,167	0,055	0,097	0,020	0,007	0,336	0,153	0,027	0,336	0,153	0,027		
TGa 3	Birketweg	0,305	0,167	0,100	0,097	0,036	0,007	0,472	0,198	0,043	0,472	0,198	0,043		

Anlage 3: Windfeldberechnungen

Auszug aus der AKTERM, Station München Stadt für das repräsentative Jahr 2016

* AKTERM-Zeitreihe, Bearbeitung IFU GmbH Frankenberg - 30.06.2022

* Windmessung München-Stadt (DWD: 3379), Ausbreitungsklasse von München-Stadt (DWD: 3379)

* Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2016

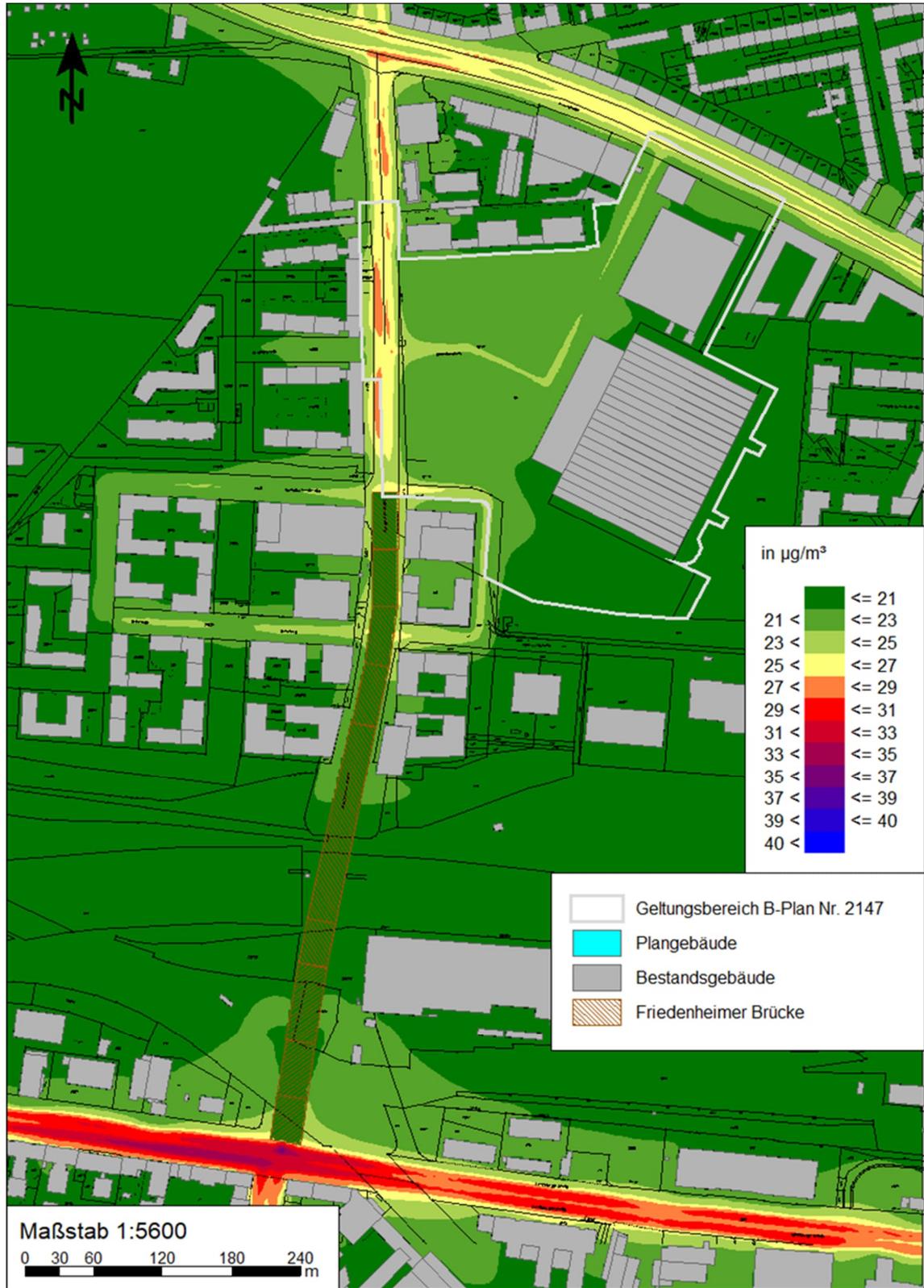
+ Anemometerhöhen (0.1 m): 54 68 92 117 150 212 282 337 384 * href=100m, z0s=1,027m, hs=28,50m

AK 3379 2016 01 01 00 00 1 1 360 4 1 1 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 01 00 1 1 10 9 1 2 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 02 00 1 1 20 12 1 2 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 03 00 1 1 50 11 1 2 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 04 00 1 1 50 11 1 2 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 05 00 1 1 50 8 1 2 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 06 00 1 1 100 2 1 2 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 07 00 1 1 190 9 1 2 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 08 00 1 1 210 11 1 1 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 09 00 1 1 290 10 1 1 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 10 00 1 1 280 14 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 11 00 1 1 360 20 1 4 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 12 00 1 1 10 17 1 4 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 13 00 1 1 40 15 1 4 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 14 00 1 1 70 12 1 4 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 15 00 1 1 60 14 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 16 00 1 1 90 21 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 17 00 1 1 90 26 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 18 00 1 1 80 26 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 19 00 1 1 80 28 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 20 00 1 1 80 31 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 21 00 1 1 80 28 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 22 00 1 1 90 32 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 01 23 00 1 1 100 32 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 00 00 1 1 100 34 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 01 00 1 1 90 33 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 02 00 1 1 90 26 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 03 00 1 1 90 28 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 04 00 1 1 90 26 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 05 00 1 1 80 24 1 2 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 06 00 1 1 80 22 1 2 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 07 00 1 1 90 28 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 08 00 1 1 100 28 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 09 00 1 1 110 25 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 10 00 1 1 90 25 1 3 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 11 00 1 1 90 25 1 4 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 12 00 1 1 90 26 1 4 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 13 00 9 9 0 0 1 7 1 -999 9
AK 3379 2016 01 02 14 00 1 1 80 30 1 4 1 -999 9

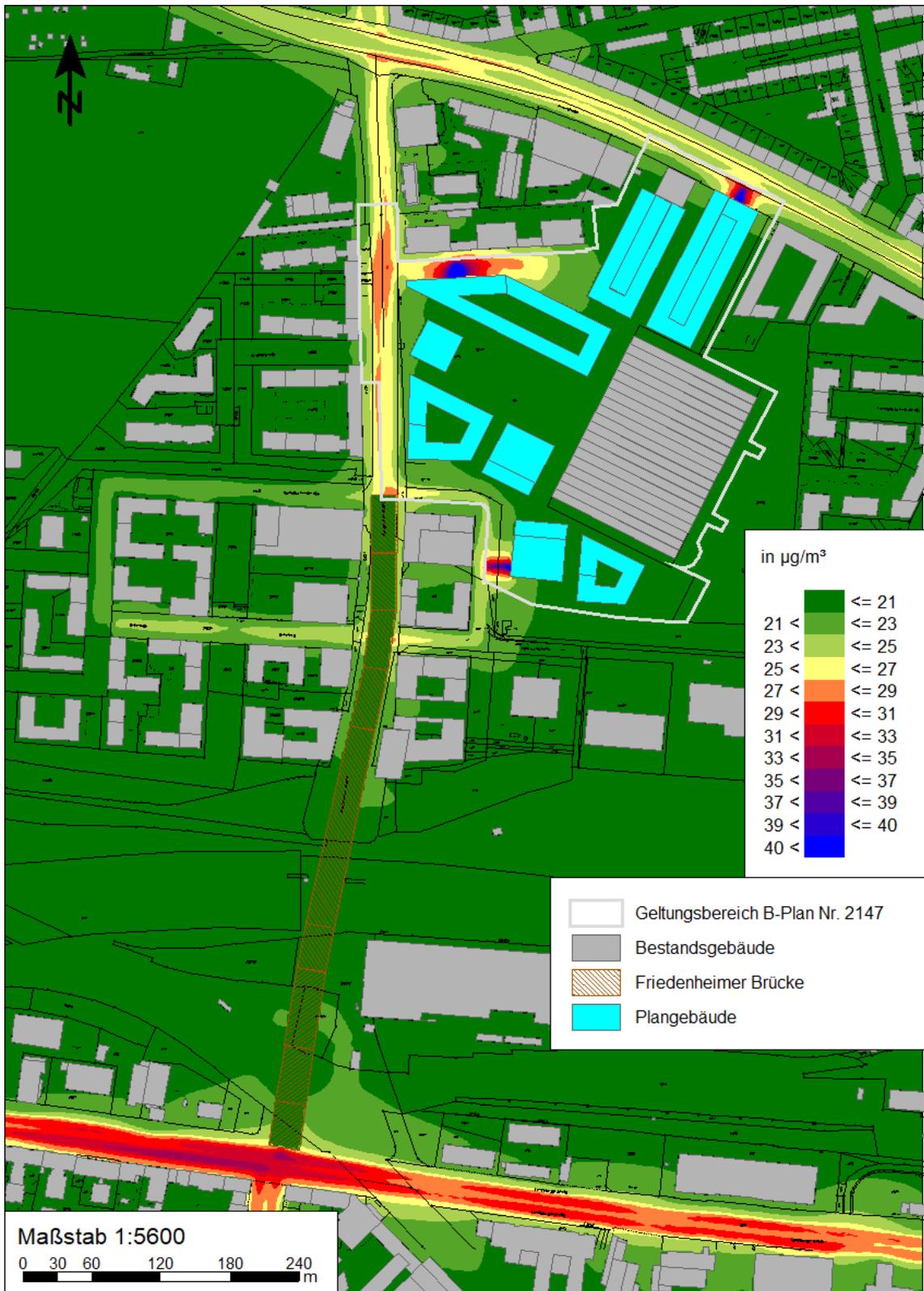
[...]

Anlage 4: Ausbreitungsberechnungen

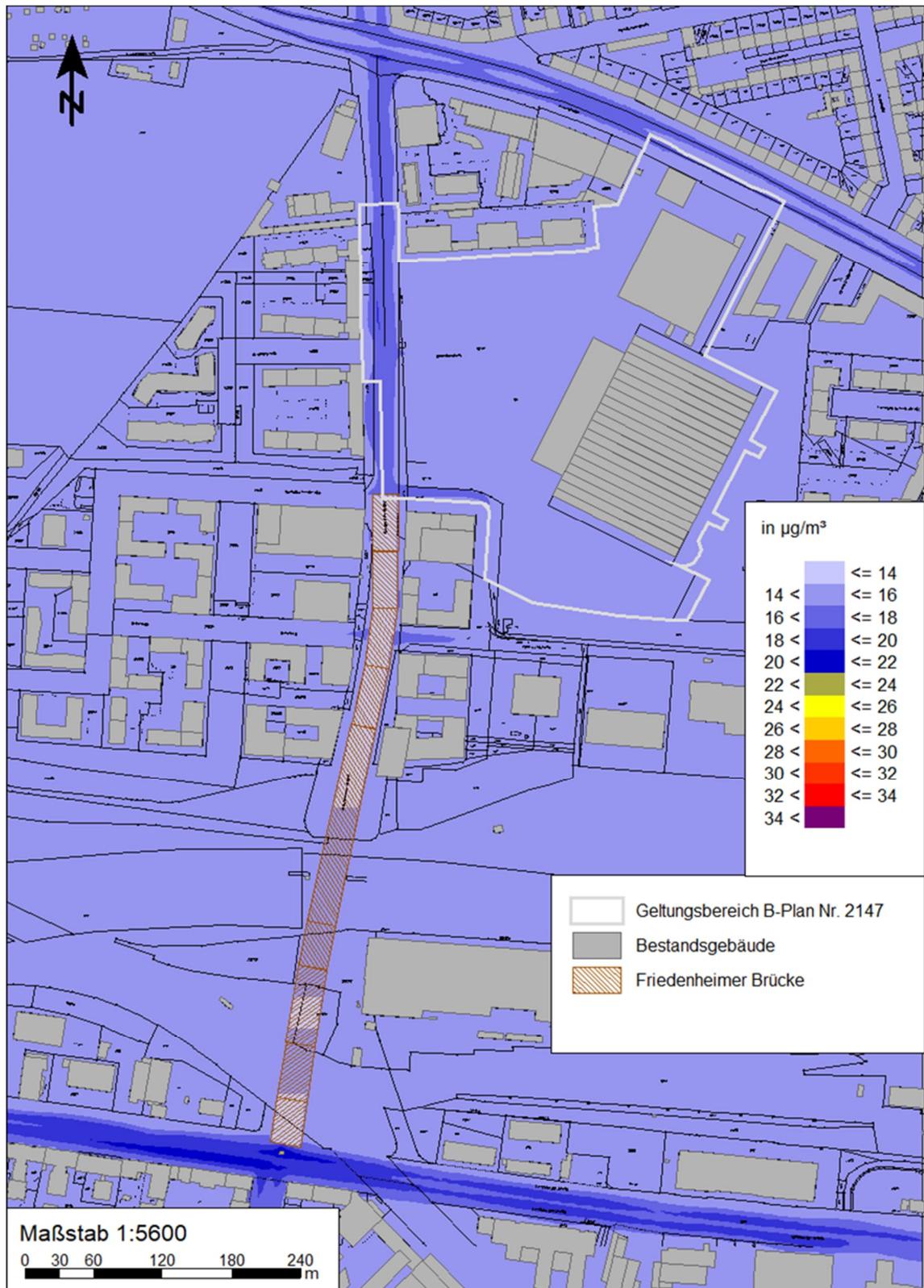
NO₂-Jahresmittelwerte: Prognose-Nullfall (Aufpunkthöhe h = 1,7 m üGOK)



NO₂-Jahresmittelwerte: Prognose-Planfall (Aufpunkthöhe h = 1,7 m üGOK)

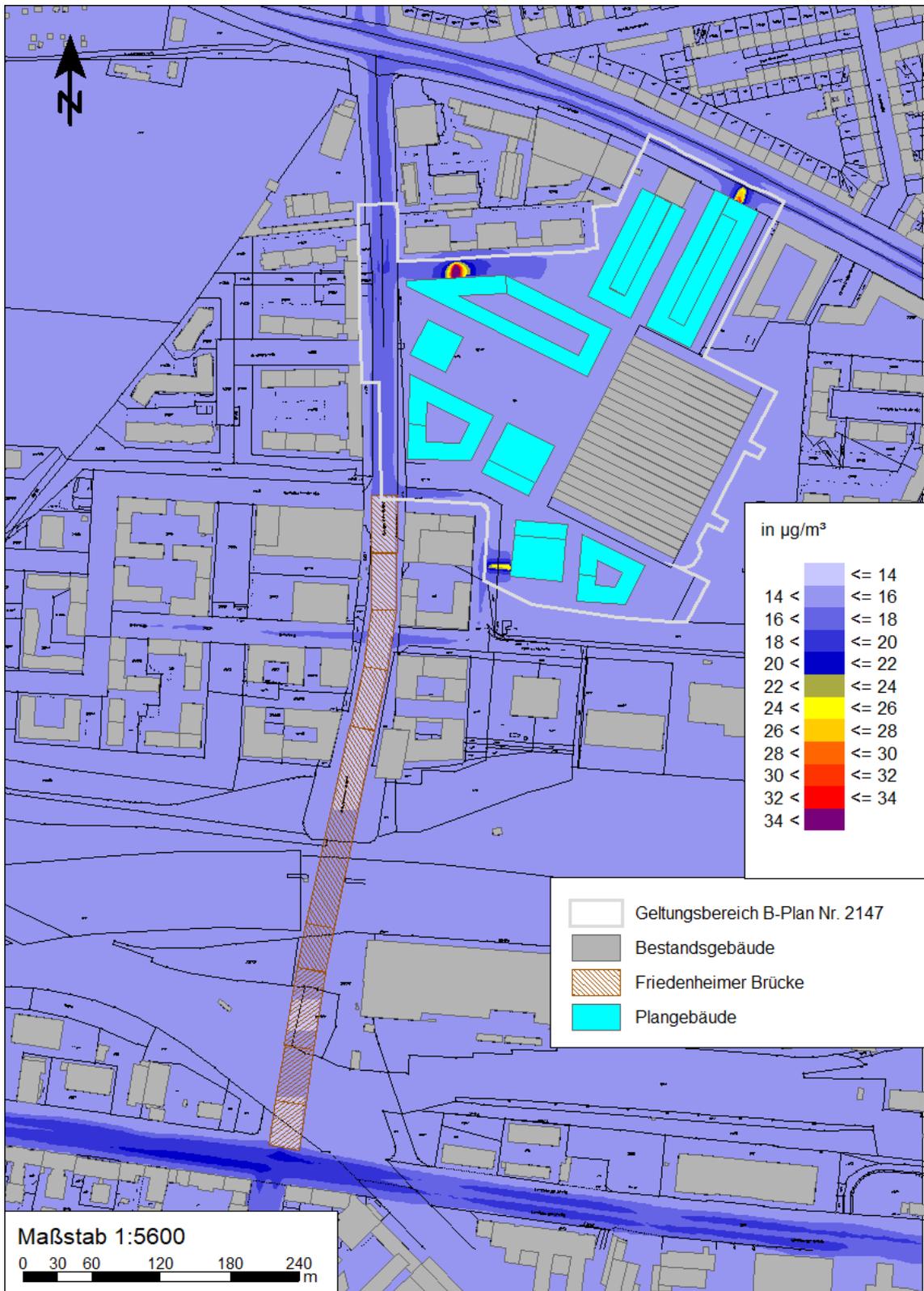


PM₁₀-Jahresmittelwerte: Prognose-Nullfall (Aufpunkthöhe h = 1,7 m üGOK)

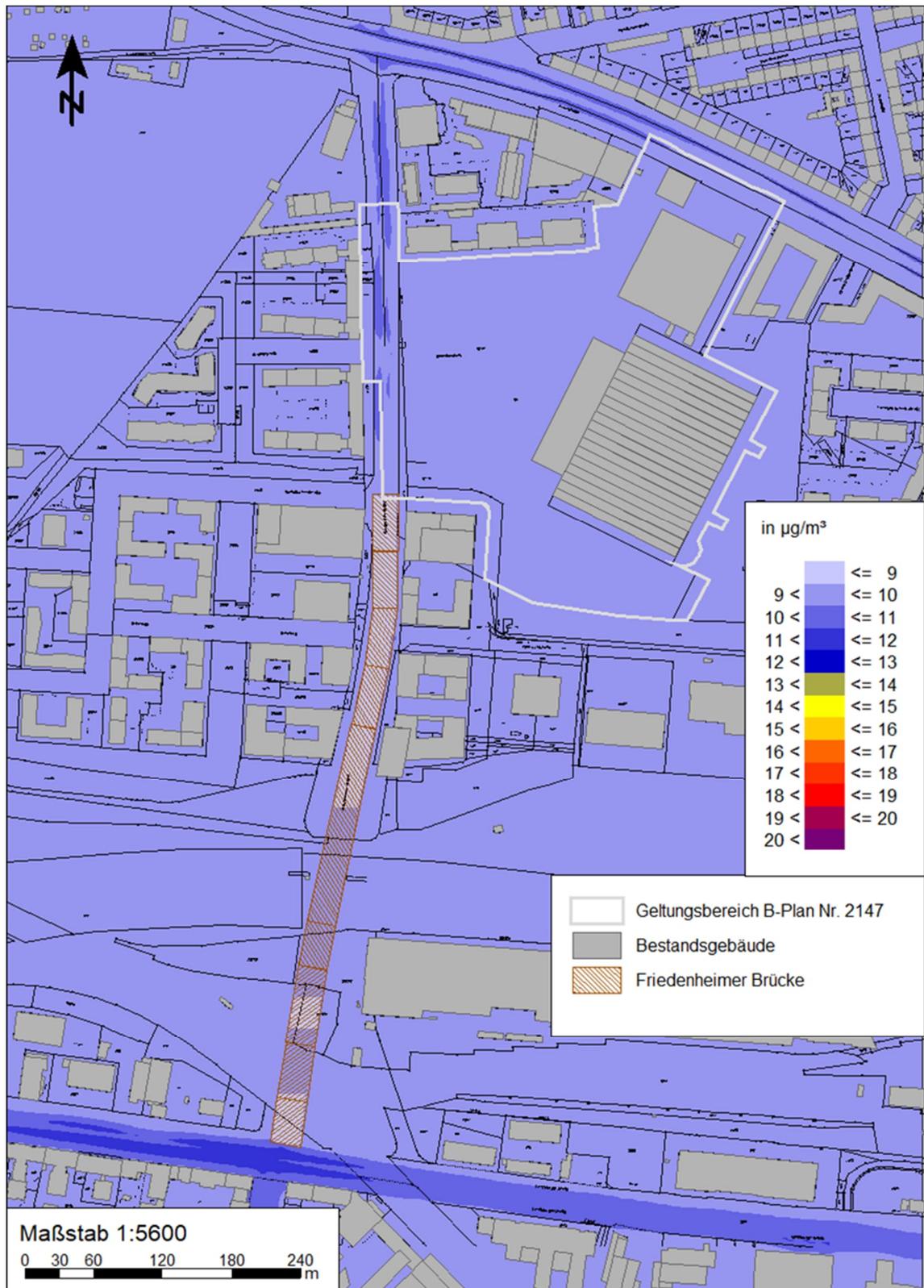


© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

PM₁₀-Jahresmittelwerte: Prognose-Planfall (Aufpunkthöhe h = 1,7 m üGOK)

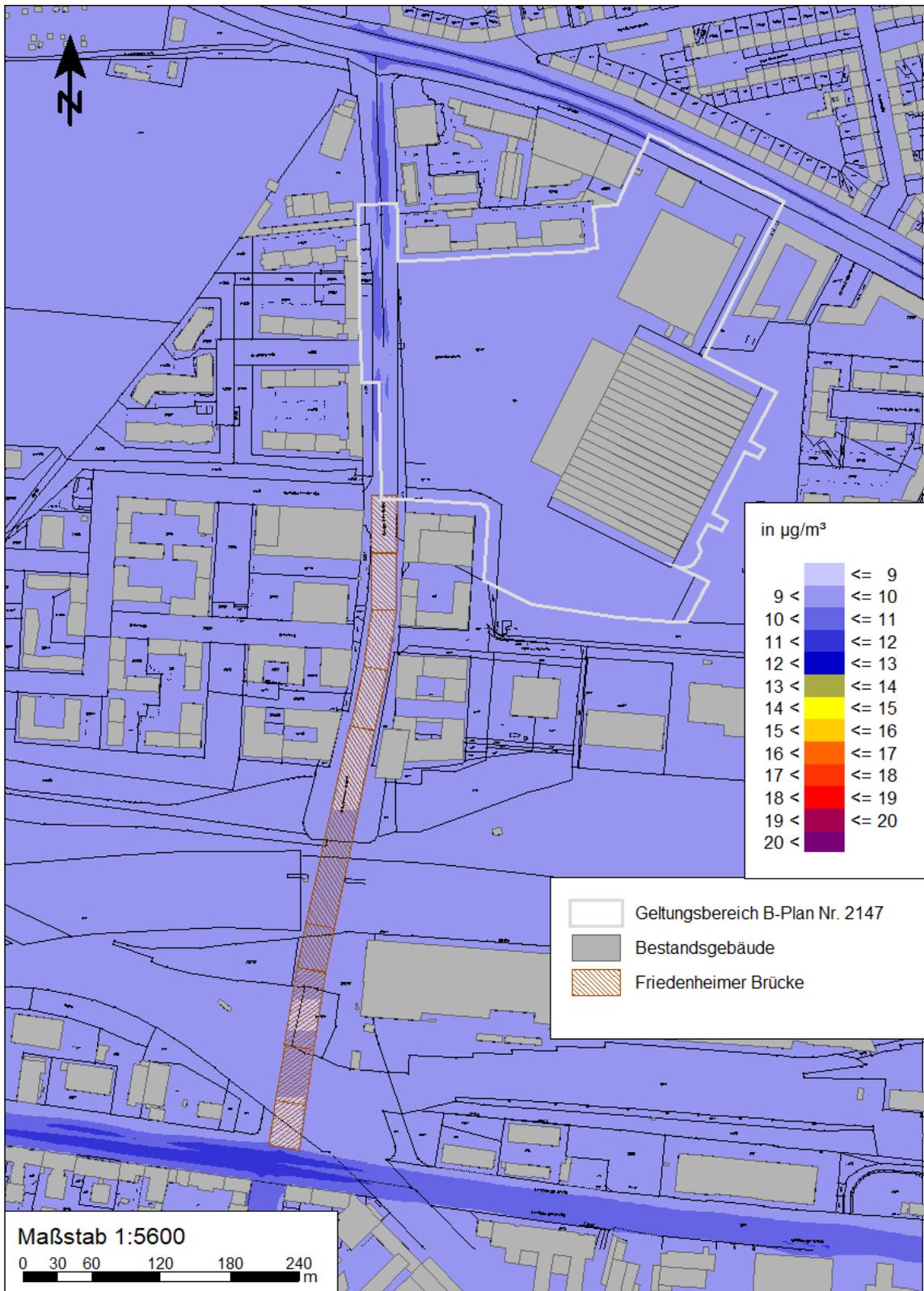


PM_{2,5}-Jahresmittelwerte: Prognose-Nullfall (Aufpunkthöhe h = 1,7 m üGOK)

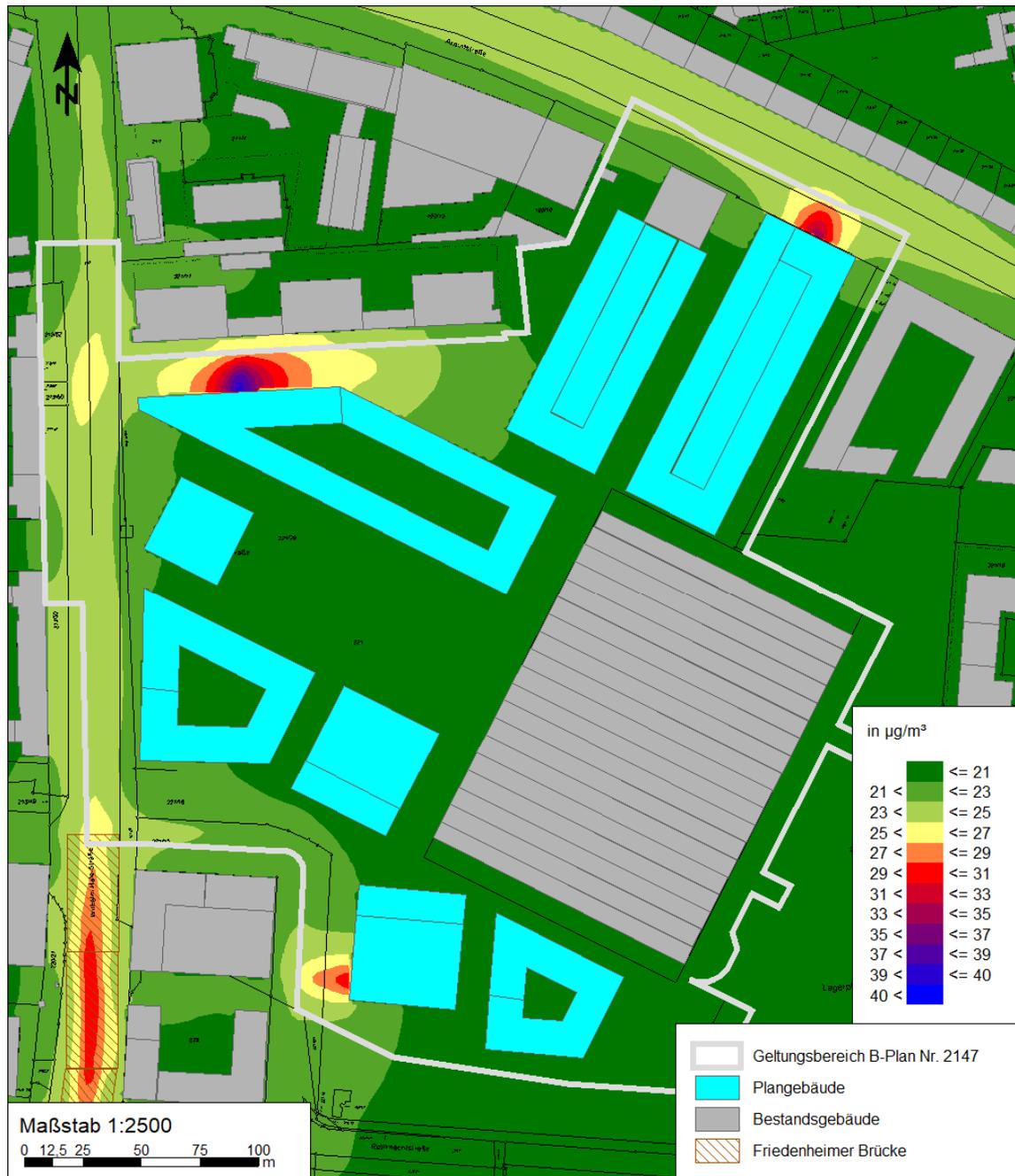


© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

PM_{2,5}-Jahresmittelwerte: Prognose-Planfall (Aufpunkthöhe h = 1,7 m üGOK)

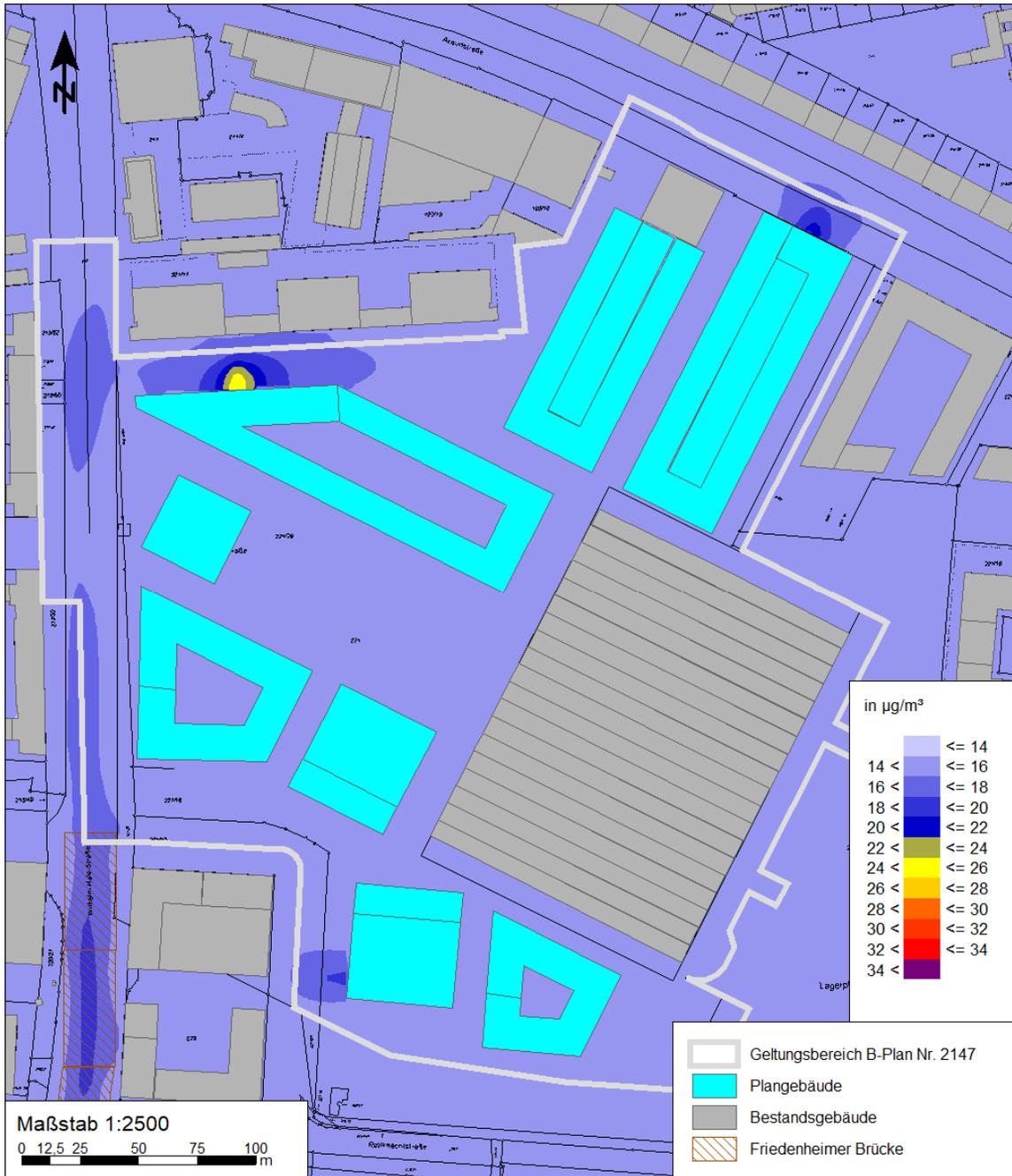


NO₂-Jahresmittelwerte: Prognose-Planfall (Aufpunkthöhe h = 6,5 m üGOK)



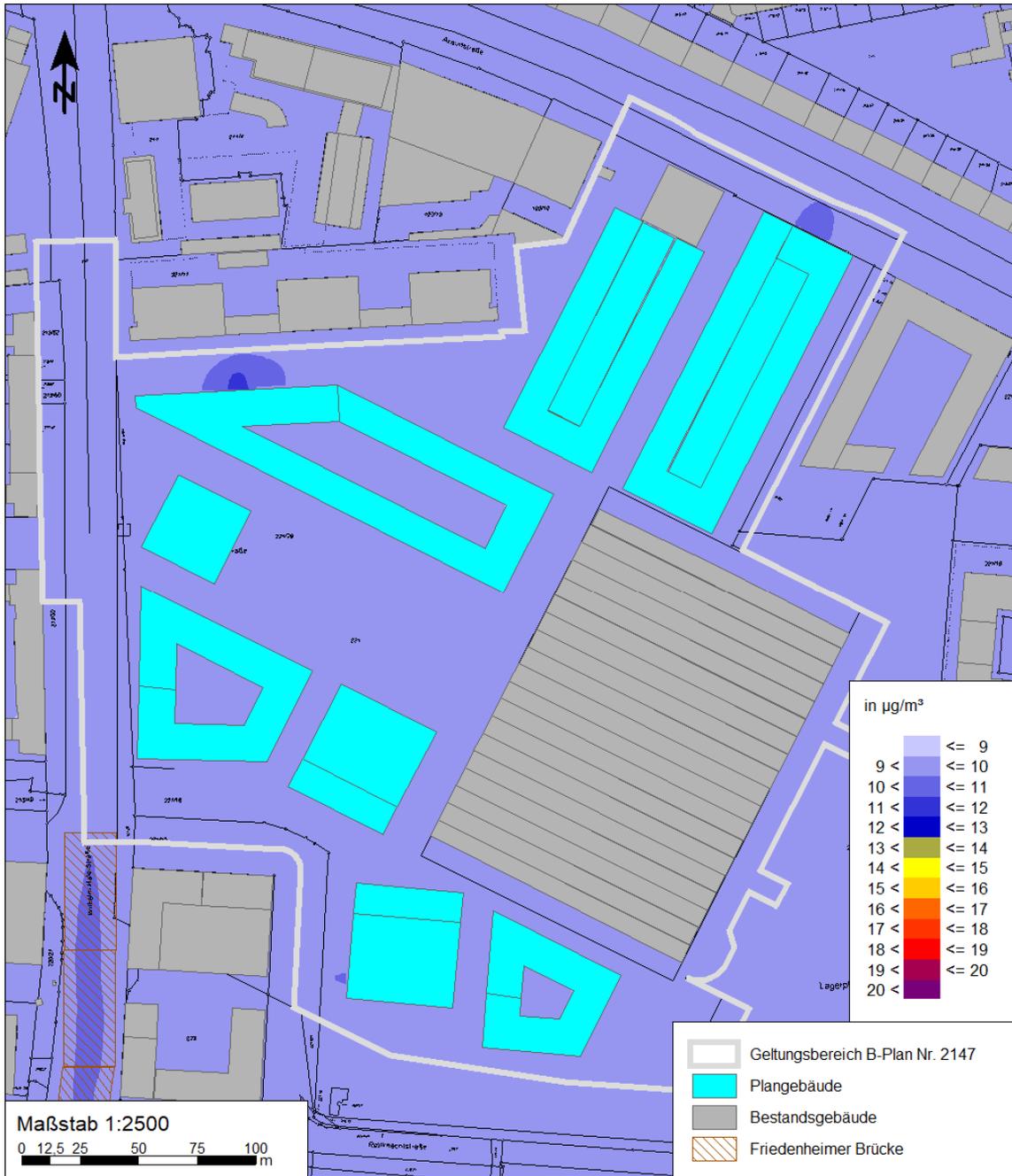
© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

PM₁₀-Jahresmittelwerte: Prognose-Planfall (Aufpunkthöhe h = 6,5 m üGOK)



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

PM_{2,5}-Jahresmittelwerte: Prognose-Planfall (Aufpunkthöhe h = 6,5 m üGOK)



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung