

## Luftschadstoffuntersuchung zum Bebauungsplan „Südstraße / Mariabrunnstraße / Luisenhöfe“ in Aachen

Bericht C 5228-1 vom 28.02.2020

Auftraggeber: Luisenhöfe GmbH  
Schloss-Rahe-Straße 15  
52072 Aachen

Bericht-Nr.: C 5228-1

Datum: 28.02.2020

Ansprechpartner/in: Herr Streuber

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 64 Seiten,  
davon 42 Seiten Text und 22 Seiten Anlagen.

VMPA anerkannte  
Schallschutzprüfstelle  
nach DIN 4109

**Leitung:**

Dipl.-Phys. Axel Hübel

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

Dipl.-Ing. Mark Bless

**Anschriften:**

Peutz Consult GmbH

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

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

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

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

**Geschäftsführer:**

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

**Bankverbindungen:**

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

**Niederlassungen:**

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

[www.peutz.de](http://www.peutz.de)

## Inhaltsverzeichnis

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | Situation und Aufgabenstellung.....   | 3  |
| 2       | Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....                                | 4  |
| 3       | Beurteilungsgrundlagen.....   | 8  |
| 4       | Örtliche Gegebenheiten.....   | 10 |
| 5       | Ermittlung der Schadstoffemissionen.....  | 11 |
| 5.1     | Straßenverkehr.....   | 11 |
| 5.1.1   | Eingangsdaten.....  | 12 |
| 5.1.1.1 | Verkehrsdaten.....  | 12 |
| 5.1.1.2 | Verkehrssituation und Störungsgrad.....   | 12 |
| 5.1.1.3 | Flottenzusammensetzung.....   | 14 |
| 5.1.1.4 | Längsneigung.....   | 15 |
| 5.1.1.5 | Kaltstartzuschläge.....   | 15 |
| 5.1.1.6 | Zusätzliche PM <sub>2,5</sub> - und PM <sub>10</sub> -Emissionsfaktoren Straßenverkehr..... | 16 |
| 5.1.2   | Zusammenfassende Dokumentation der Eingangsdaten.....                                       | 16 |
| 5.1.3   | Ergebnisse der Emissionsberechnung.....   | 16 |
| 5.2     | Emissionen des Parkhauses Mariabrunnstraße.....   | 16 |
| 5.3     | Emissionen der geplanten Tiefgarage.....  | 22 |
| 5.4     | Emissionen der DB-Strecken.....   | 22 |
| 6       | Weitere Eingangsdaten und Modellbildung.....  | 24 |
| 6.1     | Meteorologiedaten.....  | 24 |
| 6.2     | Hintergrundbelastung.....   | 25 |
| 6.3     | Berechnungsmodell.....  | 27 |
| 7       | Durchführung der Immissionsprognose.....  | 28 |
| 7.1     | Allgemeine Hinweise.....  | 28 |
| 7.2     | Vorgehensweise Bildung NO <sub>2</sub> -Gesamtbelastung.....                                | 28 |
| 7.3     | Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen.....   | 29 |
| 7.4     | Ergebnisdarstellungen.....  | 29 |
| 8       | Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen.....                                  | 30 |
| 8.1     | Feinstaub (PM <sub>10</sub> ).....  | 30 |
| 8.2     | Feinstaub (PM <sub>2,5</sub> ).....   | 32 |
| 8.3     | Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ).....  | 34 |
| 8.4     | Benzol (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ).....  | 37 |
| 9       | Zusammenfassung.....  | 39 |

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Mit Aufstellung des Bebauungsplanes „Südstraße / Mariabrunnstraße / Luisenhöfe“ in Aachen plant der Auftraggeber die Schaffung von Planrecht für neue Wohnbebauung sowie eine Erweiterung des bestehenden Parkhauses Mariabrunnstraße. Da aktuell noch kein Bebauungsplanentwurf vorliegt, basiert die vorliegende Luftschadstoffuntersuchung auf einem städtebaulichen Entwurf [33]. Dieser ist in Anlage 1.1 dargestellt.

Hierzu ist eine mikroskalige lufthygienische Untersuchung mit Ausbreitungsberechnungen für die relevanten Luftschadstoffe Feinstaub ( $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$ ), Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) und Benzol ( $C_6H_6$ ) durchzuführen.

Die Berechnungen zu den verkehrlichen Luftschadstoffen werden mit der aktuellen Version 6.3 des prognostischen Windfeld- und Ausbreitungsmodells MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell) durchgeführt. Die Emissionen des Straßenverkehrs werden auf Grundlage des aktuellen Handbuchs für Emissionsfaktoren (4.1) bestimmt.

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

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

Laut Auftraggeber ist frühestens im Jahr 2023 mit der vollständigen Realisierung des Projektes zu rechnen. Als Prognosejahr wird daher das Jahr 2023 verwendet.

Es werden nachfolgend die Fälle

Nullfall: Heutige bauliche Situation, Verkehrsmengen im Umfeld, Emissionsfaktoren und Flottenzusammensetzung für das Jahr 2023

Planfall: Zukünftige bauliche Situation mit Realisierung des Planvorhabens, Verkehrsmengen im Umfeld unter Berücksichtigung des Planvorhabens, Emissionsfaktoren und Flottenzusammensetzungen für das Jahr 2023

unter Berücksichtigung der großräumigen Hintergrundbelastung untersucht.

## 2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

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

| Titel / Beschreibung / Bemerkung  |   | Kat. | Datum                   |
|---|---|------|-------------------------|
| [10] <b>VDI 3782, Blatt 7</b><br>Kfz-Emissionsbestimmung  | Kommission Reinhaltung der Luft, Kfz-Emissionsbestimmung                                      | RIL  | November 2003           |
| [11] <b>VDI 3782, Blatt 7 ENTWURF</b><br>Kfz-Emissionsbestimmung  | Kommission Reinhaltung der Luft, Kfz-Emissionsbestimmung                                      | RIL  | September 2018          |
| [12] <b>VDI 3945, Blatt 3</b>   | Kommission Reinhaltung der Luft, Atmosphärische Ausbreitungsmodelle                           | RIL  | September 2000          |
| [13] Luftreinhalteplan für das Stadtgebiet Aachen - 2. Fortschreibung 2019  | Bezirksregierung Köln   | Lit. | Stand:<br>Dezember 2018 |
| [14] Lageplan der Umweltzone Aachen   | Fachbereich Umwelt – Abteilung Immissionsschutz der Stadt Aachen                              | P.   | Stand:<br>August 2015   |
| [15] <b>RLuS 2012</b><br>Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung                                   | Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen   | RIL  | Ausgabe 2012            |
| [16] <b>HBEFA</b> , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2   | Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz   | Lit. | Juli 2014               |
| [17] <b>HBEFA</b> , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3   | Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz   | Lit. | April 2017              |
| [18] <b>HBEFA</b> , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1   | Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz   | Lit. | September 2019          |
| [19] Handbuch IMMISem/luft/lärm zur Version 8   | IVU Umwelt GmbH   | Lit. | Dezember 2019           |
| [20] PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen an der A1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen | Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Heft V125, BASt, Berg.-Gladbach           | Lit. | Juni 2005               |
| [21] Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs    | Düring, I., Lohmeyer, A. Für das sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie | Lit. | Juni 2011               |
| [22] EMEP/EEA Air pollutant emissions inventory guide book 2009, EEA Technical Report 2009  | European Environment Agency   | Lit. | 2009                    |

| Titel / Beschreibung / Bemerkung   |   | Kat. | Datum                    |
|--|---|------|--------------------------|
| [23] Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten als 1-Stunden-Mittelwerte der Jahre 2010 bis 2017 der LANUV-Station AABU Aachen-Burtscheid | Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz;<br><a href="https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/luftqualitaet/luqs/konti_nach_komponenten/">https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/luftqualitaet/luqs/konti_nach_komponenten/</a>                                 | Lit. | 2010 - 2017              |
| [24] MERKBLATT Bestimmung der in Austal2000 anzugebenden Anemometerhöhe  | Deutscher Wetterdienst (DWD)<br>Dipl. Met. Joachim Namyslo  | Lit. | Oktober 2014             |
| [25] A new simplified NO/NO <sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO <sub>2</sub> -emissions.                      | Düring, I. Bächlin, W. Ketzler, M. et al. In: Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20, No. 1, 067-073  | Lit. | Februar 2011             |
| [26] Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz, Anwendung, 3. Teilbericht                | IVU Umwelt GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes   | Lit. | Juli 2002                |
| [27] Jahreskenngrößen der LUQS-Messstationen des LANUV NRW für die Jahre 2016- 2018  | Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz;<br><a href="http://www.lanuv.nrw.de">www.lanuv.nrw.de</a>  | Lit. | 2016 - 2018              |
| [28] LOD1-Modell im CityGML-Format des Untersuchungsgebietes   | Landesregierung NRW:<br><a href="https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/3d-gm/3d-gm_lod1/3d-gm_lod1_05334000_Stadtregion_Aachen_EPSG25832_CityGML.zip">https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/3d-gm/3d-gm_lod1/3d-gm_lod1_05334000_Stadtregion_Aachen_EPSG25832_CityGML.zip</a> | P    | 05.01.2018               |
| [29] Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes   | Landesregierung NRW:<br><a href="https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/dgm/dgm1/dgm1_05334002_Aachen_EPSG4647_XYZ.zip">https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/dgm/dgm1/dgm1_05334002_Aachen_EPSG4647_XYZ.zip</a>   | P    | 05.01.2018               |
| [30] MISKAM Handbuch zur Version 6   | giese-eichhorn – umweltmeteorologische Software   | Lit. | 2011                     |
| [31] KBA-Zulassungsstatistik des Zulassungsbezirkes Aachen, Stand 01.01.2018   | zur Verfügung gestellt durch das LANUV  | P    | 06.12.2018               |
| [32] Jahresbericht 2005  | Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz   | Lit. | 2006                     |
| [33] Städtebaulicher Entwurf zur Projektentwicklung „Luisenhöfe“   | zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber   | P    | 25.10.2019               |
| [34] Luisenhöfe Aachen – Zufahrt Tiefgarage via Bestandsgarage   | Hector3 architekten   | P    | VORENTWURF<br>25.07.2019 |
| [35] Nutzungsverteilung „Luisenhöfe“   | Hector3 architekten   | P    | 30.07.2019               |

| Titel / Beschreibung / Bemerkung  |   | Kat. | Datum         |
|---|---|------|---------------|
| [36] Verkehrsgutachten zur Projektentwicklung „Luisenhöfe“ in Aachen - Verkehrskenngrößen für die Lärm-/Luftschadstoffuntersuchungen  | BSV BÜRO FÜR STADT- UND VERKEHRSPLANUNG   | P    | 21.02.2020    |
| [37] Parkhaus Mariabrunnstraße – BESTANDSPÄNE Ansichten, Grundrisse, Schnitte   | Goldbeck, zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber                               | P    | 20.07.2009    |
| [38] Schalltechnische Untersuchung zum Neubau eines Parkhauses mit 363 Stellplätzen auf dem Flurstück 643 östlich der Mariabrunnstraße als Ersatz für den offenen, ebenerdigen Parkplatz mit ca. 110 Stellplätzen | IBK Schallimmissionsschutz  | Lit. | 20.05.2009    |
| [39] Luftschadstoffgutachten für das geplante Parkhaus an der Mariabrunnstraße in Aachen  | AVISO GmbH  | Lit. | Juni 2009     |
| [40] Parkhaus Mariabrunnstraße – PLÄNE ERWEITERUNG Ansichten, Grundrisse, Schnitte  | zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber   | P    | 22.11.2019    |
| [41] Modellsystem zur Berechnung des Abriebs und anderer luftgetragener Schadstoffe des Schienenverkehrs  | Immissionsschutz 4, pp 169-175  | Lit. | Dezember 2007 |
| [42] Luftschadstoffemissionsdaten der DB-Strecke 2550 im Bereich des Plangebietes auf Basis des Fahrplanes 2017   | DB Umweltzentrum Berlin   | P    | 28.08.2019    |
| [43] <b>Parkplatzlärmstudie</b><br>Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen   | Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage | Lit. | 2007          |

Kategorien:

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

### 3 Beurteilungsgrundlagen

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

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

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

Mit Inkrafttreten der 22. BImSchV (2002) wurden die in den ersten drei Tochterrichtlinien festgelegten Immissionsgrenzwerte für die hier zu betrachtenden Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) und Feinstaub (PM<sub>10</sub>) im September 2002 in deutsches Recht übernommen und waren seitdem als Beurteilungsgrundlage heranzuziehen. Sie ersetzte die bis dahin geltenden Immissionswerte der alten 22. BImSchV vom Oktober 1993.

Im Jahr 2007 wurden die Immissionsgrenzwerte der vierten Tochterrichtlinie [8] (z.B. für Ozon) in die 22. BImSchV mit aufgenommen. Diese wurden bisher in der 23. BImSchV festgelegt. Durch die Integration dieser Grenzwerte in die 22. BImSchV wurde die 23. BImSchV 2006 aufgehoben.

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

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



Tabelle 3.1: Auszug Immissionsgrenzwerte (**fett gedruckt**) der verkehrsrelevanten Luftschadstoffe gemäß 39. BImSchV [2]

|  | Luftschadstoff                             |  |  |  |  |  |   |   |  |  |                                |
|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|--------------------------------|
|  | <b>SO<sub>2</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>SO<sub>2</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>SO<sub>2</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>NO<sub>2</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>NO<sub>2</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>NO<sub>2</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>PM<sub>10</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>PM<sub>10</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>PM<sub>2,5</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b><br>µg/m <sup>3</sup> | <b>CO</b><br>mg/m <sup>3</sup> |
|  | <b>350</b>                                 | <b>125</b>                                 | <b>500</b>                                 | <b>200</b>                                 | <b>40</b>                                  | <b>400</b>                                 | <b>50</b>                                   | <b>40</b>                                   | <b>25</b>                                    | <b>5</b>   | <b>10</b>                      |
| Typ  | IGW,<br>SMW                                | IGW,<br>TMW                                | ALM,<br>SMW                                | IGW,<br>SMW                                | IGW,<br>JMW                                | ALM,<br>SMW                                | IGW,<br>TMW                                 | IGW,<br>JMW                                 | IGW,<br>JMW                                  | IGW,<br>JMW  | IGW,<br>AMW                    |
| Zulässige<br>Überschrei-<br>tungen pro<br>Jahr | 24   | 3  | -  | 18   | keine                                      | -  | 35  | keine                                       | keine  | keine  | keine                          |

**IGW:** Immissionsgrenzwert bei 293 °K, 101,3 kPa; **ALM:** Alarmschwelle; **SCW:** Schwellenwert

**JMW:** Jahresmittelwert; **TMW:** Tagesmittelwert; **AMW:** Achtstundenmittelwert; **SMW:** Stundenmittelwert

Die zulässigen 35 Überschreitungstage des Tagesmittelwertes für PM<sub>10</sub> von 50 µg/m<sup>3</sup> entsprechen in etwa einem 90-Perzentil-Wert von 50 µg/m<sup>3</sup>. Die zulässigen 18 Überschreitungen pro Kalenderjahr des maximalen Stundenwertes von 200 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub> entsprechen in etwa dem 99,8-Perzentil-Wert von 200 µg/m<sup>3</sup>.

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

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

#### **4 Örtliche Gegebenheiten**

In Aachen wird im Blockinnbereich zwischen den Straßen Boxgraben, Mariabrunnstraße, Reumontstraße und Südstraße ein neues Wohnquartier „Luisenhöfe“ geplant. Hierzu soll eine bestehende gewerbliche Bebauung überplant werden.

Im Plangebiet befindet sich das öffentliche Parkhaus „Mariabrunnstraße“, welches im Wesentlichen durch Angestellte und Besucher des angrenzenden Luisenhospitals genutzt wird. Die unteren drei Halbebenen des Parkhauses sind als Anwohnerstellplätze für Bewohner der umliegenden Gebäude reserviert.

Im Zuge der Planungen zum Wohnquartier „Luisenhöfe“ soll eine Tiefgarage mit 103 Stellplätzen errichtet werden, welche über die unterste Ebene des bestehenden Parkhauses erschlossen werden soll. Weiterhin soll im Zuge der Planungen das Parkhaus erweitert werden.

Südlich der Reumontstraße verläuft die Strecke 2550 der Deutschen Bundesbahn.

In Anlage 1.1 ist ein Übersichtslageplan der örtlichen Gegebenheiten dargestellt.

## 5 Ermittlung der Schadstoffemissionen

### 5.1 Straßenverkehr

Die Berechnung der Straßenverkehrsemissionen erfolgt mithilfe des Emissionsprogramms IMMIS<sup>em</sup> in der Version 8.001 [19]. Das Emissionsprogramm verwendet hierbei die im Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) Version 4.1 [18] hinterlegten Emissionsfaktoren.

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

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

- nach Emissionsarten („warme Emissionsfaktoren, Kaltstartzuschläge und Verdampfungsemissionen);
- nach Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge < 3,5t, schwere Nutzfahrzeuge > 3,5t, Linien- und Reisebusse, Motorräder);
- nach Bezugsjahr der Flottenzusammensetzung (Deutschland: 1994 – 2050);
- nach Schadstoff (z.B. NO<sub>x</sub>, Partikel, Benzol, CO<sub>2</sub>, Kraftstoffverbrauch u. a.);
- nach Verkehrssituation und Längsneigung;
- nicht abgasbedingte Feinstaubemissionen (PM<sub>10</sub>) aus z. B. Straßen- oder Reifenabrieb;
- Emissionsfaktoren für Elektro- und gasbetriebene Fahrzeuge.

Die Ergebnisse können in unterschiedlichem Detaillierungsgrad abgefragt werden:

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

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

## **5.1.1 Eingangsdaten**

### **5.1.1.1 Verkehrsdaten**

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

Hierzu wird auf die Verkehrsuntersuchung zur Projektentwicklung „Luisenhöfe“ [36] zurückgegriffen. Angaben zum Anteil von leichten Nutzfahrzeugen (INfz) am durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen (DTV) liegen hierin nicht vor. Daher wird ein pauschaler Anteil von leichten Nutzfahrzeugen (INfz) von 5 % berücksichtigt, da leichte Nutzfahrzeuge in der Regel höhere Luftschadstoffemissionen als PKWs aufweisen und diese sonst unberücksichtigt bleiben würden. Allgemeine Verkehrszählungen haben gezeigt, dass ein solcher Anteil von leichten Nutzfahrzeugen (INfz) repräsentativ ist.

Leichte Nutzfahrzeuge sind Kraftfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 3,5 Tonnen. Hierzu zählen z. B. auch Kleinbusse oder Wohnmobile. Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht > 3,5 Tonnen werden als schwere Nutzfahrzeuge (SNFz) bezeichnet.

### **5.1.1.2 Verkehrssituation und Störungsgrad**

Mit Einführung des HBEFA ab der Version 3.x [16][17] wurden als eine wesentliche Änderung gegenüber der Version 2.1 von 2004 die Verkehrssituationen neu definiert. Mit der Aktualisierung auf die Version 4.1 wurden weitere Verkehrssituationen eingeführt. Dies sind ein fünfter Level of Service (LOS 5, „Heavy Stop+go“, das heißt Stau mit Durchschnittsgeschwindigkeiten von 5 bis 10 km/h) sowie städtische Hauptverkehrsstraßen mit Geschwindigkeitsbegrenzungen auf 30 km/h.

Es liegen somit nun 365 differenzierte Verkehrssituationen vor, welche sich in ländlich bzw. städtische Prägung, den Straßentyp, das geltende Tempolimit sowie fünf Verkehrsqualitäten gliedern. Für jede dieser Qualitätsstufen liegen ebenfalls Emissionsfaktoren vor.

Die sich hieraus ergebenden möglichen Verkehrssituationen des HBEFA 4.1 sind in der folgenden Tabelle 5.1 dargestellt:

Tabelle 5.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1 [18]

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

Für die mit einem Kreuz markierten Verkehrssituationen liegen Emissionsfaktoren vor.

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

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

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

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

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

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

### **5.1.1.3 Flottenzusammensetzung**

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

Die Zusammensetzung der Kraftfahrzeugflotte auf den im Rechengebiet liegenden Straßen wird der im HBEFA 4.1 hinterlegte mittlere bundesdeutsche Flottenmix „REF D HB41“, angesetzt.

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Aachener Umweltzone, die seit dem 01.02.2016 nur noch von Fahrzeugen mit grüner Schadstoffplakette (auch Feinstaubplakette genannt) befahren werden darf [13][14]. Zur Berücksichtigung der Umweltzone wurden aus dem mittleren bundesdeutschen Flottenmix für das Bezugsjahr 2023 alle Fahrzeuge entfernt, die aufgrund ihrer Abgasnorm die Umweltzone nicht mehr befahren dürfen. Die wegfallenden Fahrzeuggruppen wurden anteilig mit Fahrzeugen der in der Umweltzone zulässigen Abgasnormen ersetzt.

#### **5.1.1.4 Längsneigung**

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

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

#### **5.1.1.5 Kaltstartzuschläge**

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

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

Otto-Fahrzeuge ohne Katalysator können zu Beginn der Fahrt weniger Stickoxide (NO<sub>x</sub>) ausstoßen als bei betriebswarmem Zustand, da die hier niedrigere Verbrennungstemperatur dann zu geringeren NO<sub>x</sub>-Emissionen führt (negativer Kaltstartzuschlag). Solche Fahrzeuge sind in der Kraftfahrzeugflotte in Deutschland aber praktisch nicht mehr vorhanden.

Das HBEFA stellt Kaltstartzuschläge in [g/Start] differenziert nach Luftschadstoffen und Emissionskonzepte und weiter aufgeteilt nach Fahrtweite, Standzeit und Temperatur zur Verfügung. Für das Emissionsmodell IMMIS<sup>em</sup> wurden diese gemäß dem Entwurf der VDI 3782 Blatt 7 aus September 2018 [11] und den neuen Kaltstartzu- bzw. abschlägen aus dem HBEFA 4.1 [18] basierend auf typisierten Fahrtweitenverteilungen, Standzeitenverteilungen, Verkehrsverteilungen und Temperaturganglinien in [g/km] umgerechnet. Hieraus ergeben sich jeweils Kaltstartfaktoren für die drei funktionalen Straßentypen "Wohn-; residential", "Geschäfts-; commercial" und "Einfallstraßen; radial Streets".

#### **5.1.1.6 Zusätzliche PM<sub>2,5</sub>- und PM<sub>10</sub>-Emissionsfaktoren Straßenverkehr**

Mit der Version 4.1 des HBEFA wurden auch nicht abgasbedingte PM<sub>2,5</sub>- und PM<sub>10</sub>-Emissionen durch Reifen- und Straßenabrieb, sowie Bremsbelags- und Kupplungsverschleiß eingeführt. Diese werden bei der Emissionsberechnung für Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) entsprechend mit berücksichtigt.

#### **5.1.2 Zusammenfassende Dokumentation der Eingangsdaten**

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

#### **5.1.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung**

Mit der beschriebenen Methodik und den aufgeführten Eingangsdaten wurden die Emissionen der im Untersuchungsgebiet verlaufenden Straßenabschnitte für die zu untersuchenden Schadstoffe NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und Benzol mit dem Emissionsprogramm IMMIS<sup>em</sup> für den Prognosenull- und den Planfall mit Prognosehorizont 2023 berechnet. Die Ergebnisse der Emissionsberechnung sind in Anlage 2.2 aufgeführt.

### **5.2 Emissionen des Parkhauses Mariabrunnstraße**

Innerhalb des Plangebietes befindet sich das öffentliche Parkhaus Mariabrunnstraße, welches überwiegend durch Mitarbeiter und Besucher des angrenzenden Luisenhospitals genutzt wird. Die unteren drei Ebenen sind den Anwohnern der umliegenden Wohnbebauung



vorbehalten. Die Erschließung des Parkhauses erfolgt zum einen über eine von der Weberstraße ausgehende Brücke zur Ebene 4 des Parkhauses und über eine ebenerdige Zufahrt über die Mariabrunnstraße in der Ebene -2. Im Bestand verfügt das Parkhaus über 11 Halbebenen mit insgesamt 367 Stellplätzen, wovon 103 Stellplätze dem Anwohnerparken zuzuordnen sind (Ebenen 0 bis -2) [37]. Das Parkhaus wurde in Form einer weitestgehend offenen Bauweise (Parkpalette) errichtet und wird natürlich belüftet. Die Ebenen -1 und -2 liegen dabei teilweise unterirdisch. Die obersten Halbebenen 7 und 8 sind vollständig offen und nicht überdacht. Die Fassaden des Parkhauses sind, insbesondere in Richtung des Krankenhauses, teilweise geschlossen. Zwischen den Ebenen liegen jeweils zwei Rampen mit einer Neigung von 13,7 %. Die Zu- und Ausfahrt zum Parkhaus wird mittels zweier Schrankenanlagen geregelt.

Im Planfall ist eine Erweiterung des bestehenden Parkhauses in Richtung Osten über alle Halbebenen geplant. Diese Erweiterung wird primär für die neuen Bewohner im Wohnquartier benötigt. Da die Quartiersbewohner diese Stellplätze nicht permanent nutzen werden, können die Stellplätze (hauptsächlich tagsüber) auch durch Mitarbeiter oder Gäste des Luisenhospitals genutzt werden. Durch die Erweiterung erhöht sich die Stellplatzzahl im Parkhaus auf 562 [40]. Über die Ebene -2 soll die Erschließung einer eingeschossigen Tiefgarage unterhalb des Planvorhabens „Luisenhöfe“ mit weiteren 103 Stellplätzen erfolgen [34]. Alle Nutzer der neuen Tiefgarage fahren somit über die Zufahrt an der Mariabrunnstraße auf Ebene 0 ein, durchfahren die Ebenen -1 und -2 und gelangen schließlich in die Tiefgarage. Die Ausfahrt aus der neuen Tiefgarage erfolgt analog in umgekehrter Reihenfolge. Die neuen Stellplätze der Parkhauserweiterung sollen sowohl öffentlich, als auch durch die neuen Anwohner der Luisenhöfe genutzt werden.

In der Verkehrsuntersuchung [36] zum Planvorhaben liegen Verkehrsmengen für das Parkhaus im Bestand / Nullfall auf Grundlage von automatischen Zählraten des Parkhausbetreibers vor. Für den Planfall wurden Zusatzverkehre durch die Parkhauserweiterung und die neue Tiefgarage durch den Verkehrsgutachter ermittelt. Die Angaben liegen jedoch nur für die beiden Ein- und Ausfahrten über die Weberstraße und Mariabrunnstraße vor. Angaben darüber, wie sich die Verkehre anschließend auf die Halbebenen innerhalb des Parkhauses verteilen, liegen in der Verkehrsuntersuchung [36] nicht vor.

In der schalltechnischen [38] sowie Luftschadstoffuntersuchung [39] zum Neubau des Parkhauses aus dem Jahr 2009 wurden Annahmen zur Verteilung der Verkehre auf den Halbebenen getroffen, da Verkehrsverteilung innerhalb des Parkhauses unmittelbare Auswirkungen auf die Lärm- und Luftschadstoffemissionen haben. Aufgrund der besonderen Nutzung des Parkhauses mit sowohl Anwohnerstellplätzen, Stellplätzen für Besucher und Angestellte des Krankenhauses, sowie einer öffentlichen Nutzung ergibt sich keine Gleichverteilung der Fahrzeuge auf den Halbebenen [38][39]. Für die vorliegende Luftschadstoffuntersuchung wurde daher folgende Vorgehensweise zur Verteilung der Verkehre innerhalb des Parkhauses angewendet:

Die Ansätze zur Verkehrsverteilung innerhalb des Parkhauses der schalltechnischen [38] sowie Luftschadstoffuntersuchung [39] zum Neubau des Parkhauses aus dem Jahr 2009 sind sehr ähnlich, aber nicht gleich. Die schalltechnische Untersuchung [38] differenziert die Nutzung nach dem Tageszeitraum (6- 22 Uhr) und der lautesten Nachtstunde. Die Luftschadstoffuntersuchung [39] gibt die Nutzung der Parkebenen als Startvorgänge pro Tag (24 Stunden) an. Da für Luftschadstoffuntersuchungen Verkehrsmengen als Angaben über 24 Stunden benötigt werden, wird im Folgenden auf die Ansätze der Luftschadstoffuntersuchung aus dem Jahr 2009 zurückgegriffen. Hierbei wurden für jede Halbebene auf Grundlage von 2009 prognostizierten Verkehrsmengen Angaben zu Startvorgängen pro Tag gemacht. Da die in der aktuellen Verkehrsuntersuchung [36] zum Planvorhaben angegebenen Verkehrsmengen für das Parkhaus im Bestand deutlich von den damaligen Ansätzen abweichen (heute nur ca. die Hälfte), werden aus der Luftschadstoffuntersuchung aus 2009 nur die Verhältnisse der Verteilung der Fahrzeuge auf den Halbebenen übernommen und mit den aktuellen Verkehrsmengen skaliert.

Für den Planfall werden die sich aus der Vergrößerung des Parkhauses ergebenden Zusatzverkehre nach denselben Verteilungsverhältnissen wie im Nullfall auf den Halbebenen verteilt, da die Nutzungen gleich bleiben. Die Erschließung der Parkhauserweiterung erfolgt hierbei über die Ein- und Ausfahrt an der Ebene 4. Die neue Tiefgarage zum Planvorhaben Luisenhöfe wird wie schon beschrieben über die Ein- und Ausfahrt an der Ebene 0 erschlossen. Die Durchfahrten der Fahrzeuge zur Tiefgarage durch die Ebenen 0, -1 und -2 werden bei den Emissionen der Ebenen entsprechend berücksichtigt.

Die Stellplätze im Parkhaus sind keinem Nutzer fest zugeordnet, sodass mit Parksuchverkehren innerhalb des Parkhauses zu rechnen ist. Für Fahrstrecken auf den Halbebenen wird für jedes Fahrzeug eine mittlere Fahrdistanz angesetzt, welche sich aus dem kürzesten und längsten Weg von der Einfahrt zu einem Stellplatz ergibt und um einen Zuschlag für den Parksuchverkehr ergänzt wird. Für durchfahrende Fahrzeuge wird die kürzeste Strecke zwischen den Rampen berücksichtigt.

Die Emissionsansätze der Stellplätze berücksichtigen Zuschläge für den Abrieb und die Aufwirbelung von Feinstaub, Tankatmung und Verdunstungen des warmen Motors während der Parkdauer, Kaltstartzuschläge in Abhängigkeit der Parkdauer und Neigungen der Zufahrtsrampen. Für die Berechnung der Kaltstartzuschläge wird eine mittlere Parkdauer von 3 bis 4 Stunden für die öffentlichen Stellplätze und von 11 bis 12 Stunden für die Anwohnerstellplätze berücksichtigt. Für die Fahrstrecken auf den Zufahrten, Rampen und den Wegstrecken innerhalb der Tiefgarage wird das Fahrmuster urbane Erschließungsstraße, 30 km/h, Stop+Go (LOS 4) verwendet. Die Emissionen der Fahrzeugflotte, welche das Parkhaus nutzt, werden gemäß der geltenden Umweltzonenregelung angepasst.

Auf Grundlage der oben beschriebenen Vorgehensweise ergeben sich die in den nachfolgenden Tabellen 5.2 und 5.3 dargestellten Vorgänge und Emissionen für das Parkhaus im Nullfall und Planfall für das Prognosejahr 2023:

Tabelle 5.2: Emissionen des Parkhauses für den Nullfall für das Jahr 2023

| Ebene /<br>Rampe       | Vorgang  | Gesamtemissionen Parken |                 |                  |                   |
|------------------------|--|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                        |  | Benzol                  | NO <sub>x</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> |
|                        |  | [g/d]                   | [g/d]           | [g/d]            | [g/d]             |
| Schranke<br>Ebene 0    | Einfahrt 92 Pkw mit warmen Motor,<br>Ausfahrt 92 Pkw mit kaltem Motor  | 0,042                   | 0,612           | 0,045            | 0,018             |
| Schranke<br>Ebene 4    | Einfahrt 458 Pkw mit warmen Motor,<br>Ausfahrt 458 Pkw mit kaltem Motor  | 0,142                   | 3,116           | 0,225            | 0,088             |
| Ebene -2               | 12 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und<br>kaltem Motor, 12 Parkvorgänge   | 0,070                   | 0,395           | 0,035            | 0,013             |
| Rampe<br>Ebene -2 ↔ -1 | Je 12 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen<br>und kaltem Motor   | 0,012                   | 0,181           | 0,013            | 0,005             |
| Ebene -1               | 18 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und<br>kaltem Motor, 18 Parkvorgänge, 12 Durch-<br>fahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,144                   | 0,996           | 0,087            | 0,033             |
| Rampe<br>Ebene -1 ↔ 0  | Je 30 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen<br>und kaltem Motor   | 0,030                   | 0,454           | 0,032            | 0,012             |
| Ebene 0                | 17 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und<br>kaltem Motor, 17 Parkvorgänge, 50 Durch-<br>fahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,214                   | 2,047           | 0,182            | 0,069             |
| Rampe<br>Ebene 0 ↔ 1   | Je 20 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen<br>und kaltem Motor   | 0,030                   | 0,454           | 0,032            | 0,012             |
| Ebene 1                | 41 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und<br>kaltem Motor, 41 Parkvorgänge, 20 Durch-<br>fahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,166                   | 2,080           | 0,177            | 0,067             |
| Rampe<br>Ebene 1 ↔ 2   | Je 21 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen<br>und kaltem Motor   | 0,014                   | 0,324           | 0,023            | 0,009             |
| Ebene 2                | 70 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und<br>kaltem Motor, 70 Parkvorgänge, 21 Durch-<br>fahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,255                   | 3,095           | 0,264            | 0,100             |
| Rampe<br>Ebene 2 ↔ 3   | Je 91 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen<br>und kaltem Motor   | 0,062                   | 1,406           | 0,098            | 0,038             |
| Ebene 3                | 82 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und<br>kaltem Motor, 82 Parkvorgänge, 91 Durch-<br>fahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,442                   | 5,933           | 0,502            | 0,190             |
| Rampe<br>Ebene 3 ↔ 4   | Je 210 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen<br>und kaltem Motor  | 0,118                   | 2,673           | 0,186            | 0,072             |

| Ebene /<br>Rampe     | Vorgang   | Gesamtemissionen Parken |                 |                  |                   |
|----------------------|---|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                      |   | Benzol                  | NO <sub>x</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> |
|                      |   | [g/d]                   | [g/d]           | [g/d]            | [g/d]             |
| Ebene 4              | 99 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 99 Parkvorgänge, 383 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,975                   | 16,628          | 1,442            | 0,547             |
| Rampe<br>Ebene 4 ↔ 5 | Je 210 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor  | 0,143                   | 3,245           | 0,226            | 0,087             |
| Ebene 5              | 82 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 82 Parkvorgänge, 128 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,444                   | 6,975           | 0,609            | 0,231             |
| Rampe<br>Ebene 5 ↔ 6 | Je 128 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor  | 0,087                   | 1,978           | 0,138            | 0,053             |
| Ebene 6              | 69 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 69 Parkvorgänge, 59 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor)  | 0,299                   | 4,270           | 0,371            | 0,141             |
| Rampe<br>Ebene 6 ↔ 7 | Je 59 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor   | 0,040                   | 0,912           | 0,063            | 0,024             |
| Ebene 7              | 42 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 42 Parkvorgänge, 17 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor)  | 0,153                   | 1,978           | 0,171            | 0,065             |
| Rampe<br>Ebene 7 ↔ 8 | Je 17 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor   | 0,012                   | 0,263           | 0,018            | 0,007             |
| Ebene 8              | 17 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 17 Parkvorgänge   | 0,051                   | 0,574           | 0,049            | 0,019             |
| <b>Σ</b>             | <b>Parkhaus Nullfall 2023 gesamt</b>  | <b>3,95</b>             | <b>60,59</b>    | <b>4,99</b>      | <b>1,90</b>       |

Tabelle 5.3: Emissionen des Parkhauses für den Planfall für das Jahr 2023

| Ebene /<br>Rampe       | Vorgang   | Gesamtemissionen Parken |                 |                  |                   |
|------------------------|---|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                        |   | Benzol                  | NO <sub>x</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> |
|                        |   | [g/d]                   | [g/d]           | [g/d]            | [g/d]             |
| Schranke<br>Ebene 0    | Einfahrt 542 Pkw mit warmen Motor, Ausfahrt 542 Pkw mit kaltem Motor  | 0,229                   | 3,439           | 0,256            | 0,100             |
| Schranke<br>Ebene 4    | Einfahrt 598 Pkw mit warmen Motor, Ausfahrt 598 Pkw mit kaltem Motor  | 0,185                   | 4,069           | 0,294            | 0,115             |
| Ebene -2               | 15 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 15 Parkvorgänge, 450 Durchfahrten auf Ebene und Rampe nach Tiefgarage (warmer und kalter Motor) | 1,367                   | 18,220          | 1,506            | 0,574             |
| Rampe<br>Ebene -2 ↔ -1 | Je 465 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor  | 0,470                   | 7,032           | 0,500            | 0,192             |

| Ebene /<br>Rampe      | Vorgang   | Gesamtemissionen Parken |                 |                  |                   |
|-----------------------|---|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                       |   | Benzol                  | NO <sub>x</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> |
|                       |   | [g/d]                   | [g/d]           | [g/d]            | [g/d]             |
| Ebene -1              | 23 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 23 Parkvorgänge, 465 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor)   | 1,620                   | 16,424          | 1,415            | 0,537             |
| Rampe<br>Ebene -1 ↔ 0 | Je 488 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor  | 0,493                   | 7,379           | 0,525            | 0,202             |
| Ebene 0               | 21 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 21 Parkvorgänge, 514 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor)   | 0,890                   | 11,061          | 0,993            | 0,377             |
| Rampe<br>Ebene 0 ↔ 1  | Je 26 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor   | 0,026                   | 0,393           | 0,028            | 0,011             |
| Ebene 1               | 52 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 52 Parkvorgänge, 26 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor)    | 0,212                   | 2,661           | 0,226            | 0,086             |
| Rampe<br>Ebene 1 ↔ 2  | Je 26 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor   | 0,018                   | 0,402           | 0,028            | 0,011             |
| Ebene 2               | 88 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 88 Parkvorgänge, 26 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor)    | 0,320                   | 3,877           | 0,331            | 0,125             |
| Rampe<br>Ebene 2 ↔ 3  | Je 114 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor  | 0,078                   | 1,762           | 0,123            | 0,047             |
| Ebene 3               | 102 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 102 Parkvorgänge, 114 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,551                   | 7,408           | 0,626            | 0,238             |
| Rampe<br>Ebene 3 ↔ 4  | Je 216 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor  | 0,147                   | 3,338           | 0,232            | 0,089             |
| Ebene 4               | 124 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 124 Parkvorgänge, 480 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 1,223                   | 20,859          | 1,810            | 0,686             |
| Rampe<br>Ebene 4 ↔ 5  | Je 264 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor  | 0,179                   | 4,079           | 0,284            | 0,109             |
| Ebene 5               | 102 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 102 Parkvorgänge, 162 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,557                   | 8,768           | 0,766            | 0,290             |
| Rampe<br>Ebene 5 ↔ 6  | Je 162 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor  | 0,110                   | 2,503           | 0,174            | 0,067             |
| Ebene 6               | 87 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 87 Parkvorgänge, 75 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor)    | 0,377                   | 5,403           | 0,470            | 0,178             |
| Rampe<br>Ebene 6 ↔ 7  | Je 75 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor   | 0,051                   | 1,159           | 0,081            | 0,031             |

| Ebene /<br>Rampe     | Vorgang  | Gesamtemissionen Parken |                 |                  |                   |
|----------------------|--|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                      |  | Benzol                  | NO <sub>x</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> |
|                      |  | [g/d]                   | [g/d]           | [g/d]            | [g/d]             |
| Ebene 7              | 53 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 53 Parkvorgänge, 22 Durchfahrten auf Ebene (warmer und kalter Motor) | 0,193                   | 2,514           | 0,217            | 0,082             |
| Rampe<br>Ebene 7 ↔ 8 | Je 22 Pkw-Fahrten auf Rampe mit warmen und kaltem Motor  | 0,015                   | 0,340           | 0,024            | 0,009             |
| Ebene 8              | 22 Pkw-Fahrten auf Ebene mit warmen und kaltem Motor, 22 Parkvorgänge  | 0,066                   | 0,743           | 0,064            | 0,024             |
| <b>Σ</b>             | <b>Parkhaus Planfall 2023 gesamt</b>   | <b>9,38</b>             | <b>133,83</b>   | <b>10,97</b>     | <b>4,18</b>       |

### 5.3 Emissionen der geplanten Tiefgarage

Die Emissionen der geplanten Tiefgarage werden im Rahmen der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung nicht weiter berücksichtigt, da zum Zeitpunkt der Erstellung noch nicht bekannt war wie die Be- und Entlüftung der Tiefgarage erfolgen soll (natürlich oder mechanisch) und somit wo sich Lüftungsschächte oder Abluftbauwerke befinden würden.

### 5.4 Emissionen der DB-Strecken

Das Umweltzentrum der Deutschen Bahn AG hat ein Modellsystem zur Berechnung des Abriebs und anderer luftgetragener Schadstoffe des Schienenverkehrs entwickelt [41]. Hiermit können die Luftschadstoffemissionen des Schienenverkehrs für verschiedene Luftschadstoffe und Quellen ermittelt werden. Darin wird nach verbrennungsbedingten und abriebbedingten Emissionen unterschieden.

Die verbrennungsbedingten Emissionen stellen die „klassischen“ durch die Verbrennung eines Treibstoffes entstehenden Luftschadstoffemissionen dar und sind z. B. Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>), Stickoxide, Kohlenmonoxid und weitere. Die abriebbedingten Emissionen entstehen durch den Bremsabrieb, den Rad- / Schienenabrieb und den Fahrdrabrieb.

Mithilfe dieses Modellsystems können die Emissionen des Personennah- und fernverkehrs sowie des Güterverkehrs für Triebwagen und Wagenmaterial sowohl der Deutschen Bundesbahn als auch von Drittanbietern ermittelt werden.

Die Emissionsdaten der im Untersuchungsgebiet verlaufenden Strecken der DB AG wurden vom Umweltzentrum der Deutschen Bahn AG ermittelt [42] und uns zur Verfügung gestellt. Die Emissionsdaten beziehen sich hierbei auf den Fahrplan des Jahres 2017.

Da durch das Umweltzentrum der Deutschen Bahn AG zurzeit noch keine Emissionsdaten für zukünftige Fahrpläne zur Verfügung gestellt werden können, werden die unten aufgeführten Emissionen für das Jahr 2017 unverändert auch für das Prognosejahr 2023 verwendet.

Die Feinstaubemissionen des Schienenverkehrs (Abgasemissionen und Emissionen durch Fahrtdraht-, Brems- und Rad- / Schienenkontaktabrieb) fallen zu 100 % in die Fraktion PM<sub>10</sub>, ohne Anteile in der Fraktion PM<sub>2,5</sub>. Emissionsdaten für Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) liegen nicht vor.

Tabelle 5.4: Luftschadstoffemissionen der DB-Strecken entlang des Plangebietes [42]

| Strecke      | Emission [g/m*Tag] |                  |        |
|--------------|--------------------|------------------|--------|
|              | NO <sub>x</sub>    | PM <sub>10</sub> |        |
|              | Abgas              | Abgas            | Abrieb |
| 2550_KA_KASZ | 1,4169             | 0,0325           | 0,8916 |

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

Die Lage der berücksichtigten Streckenabschnitte kann der Anlage 2.3 entnommen werden.

In den Anlagen der Gesamtbelastungen für Feinstaub (PM<sub>10</sub>) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) sind diese Zusatzemissionen entsprechend mit berücksichtigt worden.

## 6 Weitere Eingangsdaten und Modellbildung

### 6.1 Meteorologiedaten

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

Für die vorliegende Untersuchung wurden Messwerte der Windrichtung und Windgeschwindigkeit der LANUV-Station Aachen-Burtscheid aus den Jahren 2010 bis 2017 verwendet [23]. Die Station liegt etwa 1,7 km südöstlich des Untersuchungsgebietes und gibt aufgrund ihrer Nähe gut die übergeordnete Windrichtungsverteilung im Untersuchungsgebiet wider.

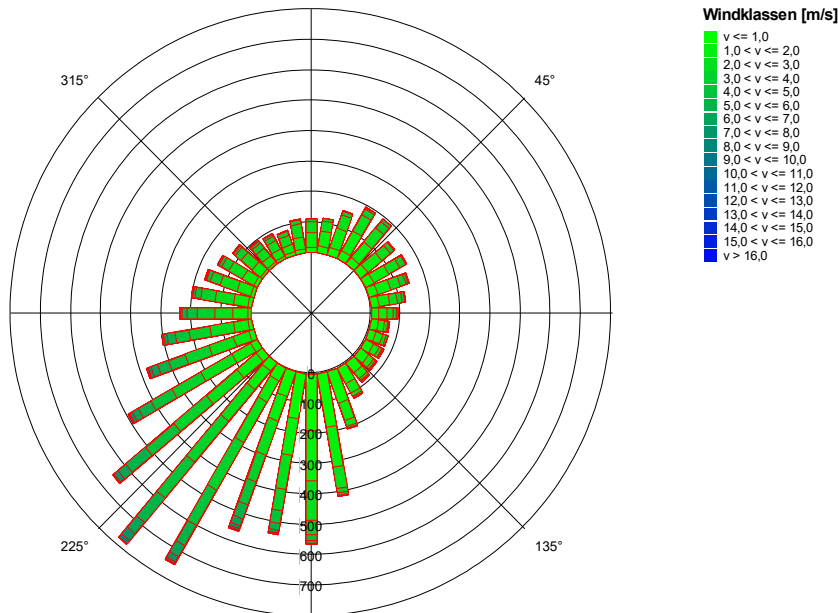
Für die Immissionsprognose wurde die Messreihe mit jeweils 1-Stunden-Mittelwerten in Windrichtungssektoren à 10° ausgewertet und deren Häufigkeiten ermittelt. Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und -geschwindigkeiten sind in der folgenden Abbildung 6.1 dargestellt. Es dominieren südwestliche Windrichtungen bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von ca. 2,7 m/s in einer Höhe von 21 m.

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

Die Ermittlung der Referenzhöhe  $h_{ref}$  für eine Umgebungsrauigkeit von 0,1 m erfolgte gemäß dem Merkblatt des Deutschen Wetterdienstes zur Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe [24]. Sie beträgt im vorliegenden Fall 8,0 m ü. Grund.



Bild. 6.1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der LANUV-Station Aachen-Burtscheid der Jahre 2010 bis 2017 [23]



Anemometerhöhe: 21 m über Gelände; Datenquelle: LANUV NRW

## 6.2 Hintergrundbelastung

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

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

Der Ansatz der Hintergrundbelastung hat eine bedeutende Auswirkung auf die Ergebnisse der Immissionsuntersuchung, da insbesondere bei Stickstoffdioxid und PM<sub>10</sub> im innerstädtischen Bereich bereits mehr als die Hälfte der zulässigen Immissionen gemäß 39. BImSchV durch die Hintergrundbelastung vorliegt.

In Aachen existieren derzeit vier Messstationen des vom LANUV betriebenen LUQS-Messnetzes, von denen eine (Aachen-Burtscheid) als Hintergrundstation, die übrigen drei als Verkehrsstation klassifiziert sind. An der Station Aachen-Burtscheid wird NO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> gemessen. Benzol wird lediglich an der Verkehrsmessstation Aachen-Wilhelmstraße

gemessen. Diese wird nachfolgend zur Bestimmung der Benzol-Vorbelastung herangezogen.

Zur Bestimmung der Hintergrundbelastung wurden die vorliegenden Messwerte der letzten drei vollständigen Messjahre 2016 bis 2018 der Station Aachen-Burtscheid (und für Benzol Aachen Wilhelmstraße) herangezogen und arithmetisch gemittelt. Die verwendeten Messwerte sowie die hieraus abgeleitete Hintergrundbelastung zeigt die nachfolgende Tabelle 6.1.

Tabelle 6.1: EU-Jahreskenngößen gemessener Schadstoffkonzentrationen an LUQS-Messstationen des LANUV NRW in Aachen, 2016 – 2018 [27]

| Messstation /Quelle                                  | Jahr             | Immissionen [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |             |                       |                      |            |                    |
|--|------------------|--|-------------|-----------------------|----------------------|------------|--------------------|
|  |                  | JMW NO <sub>2</sub>                      | JMW NO      | JMW PM <sub>2,5</sub> | JMW PM <sub>10</sub> | JMW Benzol | JMW O <sub>3</sub> |
| Aachen-Burtscheid<br>(Städtische Hintergrundstation) | 2016             | 14                                       | 3           | 10                    | 14                   | -          | 46                 |
|  | 2017             | 13                                       | 7           | 10                    | 14                   | -          | 51                 |
|  | 2018             | 12                                       | 7           | 11                    | 16                   | -          | 53                 |
| Aachen-Wilhelmstraße<br>(Verkehrsstation)            | 2016             | -  | 55          | -                     | -                    | 1,3        | -                  |
|  | 2017             | -  | 47          | -                     | -                    | 1,1        | -                  |
|  | 2018             | -  | 37          | -                     | -                    | 1,1        | -                  |
| <b>Mittelwert</b>                                    | <b>2016-2018</b> | <b>13,0</b>                              | <b>5,7*</b> | <b>10,3</b>           | <b>14,7</b>          | <b>1,2</b> | <b>50,0</b>        |

\* Es werden nur die NO-Messwerte der Hintergrundstation zur Mittelung herangezogen.

In Zukunft ist aufgrund von politischen Vorgaben zur Emissionsminderung von einer weiter zurückgehenden Hintergrundbelastung auszugehen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurde im Rahmen dieser Berechnung jedoch auf eine Reduktion der Hintergrundbelastung zum Prognosejahr 2023 verzichtet.

Die Messwerte für Stickstoffmonoxid (NO) und Ozon (O<sub>3</sub>) werden hierbei für die NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub> Konversion gemäß der in Kapitel 7.2 beschriebenen Vorgehensweise benötigt und im weiteren Gutachten nicht weiter beurteilt

### 6.3 Berechnungsmodell

Die Berechnung der Schadstoffimmissionen wurde mit dem Rechenmodell MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell, Version 6.3 von November 2013) [30] in der 64-Bit-Version durchgeführt. Dieses Ausbreitungsmodell wird an der Universität Mainz entwickelt bzw. weiterentwickelt und entspricht dem aktuellen Wissensstand der mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungssimulation.

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

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

Die Lage und Höhe der Gebäude der Bestandsbebauung wurden aus den von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellten LOD1-Klötzchenmodellen [28] abgeleitet. Neuere, nicht in diesem Datensatz enthaltene Gebäude wurden ergänzt.

Die Lage und Höhen der geplanten Gebäude wurden auf der Grundlage der Planunterlagen [36] abgeleitet.

Lagepläne der Berechnungsmodelle für den Nullfall und den Planfall mit dem berücksichtigten Gebäudebestand sind in den Anlagen 1.2 und 1.3 dargestellt.

Das innere Rechengebiet hat eine Ausdehnung von 500,0 x 500,0 Metern mit einem äquidistanten Raster von 1,0 x 1,0 Metern, das äußere Rechengebiet hat eine Ausdehnung von ca. 1.300 x 1.300 Metern.

In vertikaler Richtung besteht der Modellraum aus 45 mit zunehmender Höhe mächtiger werdenden Schichten bis zur Modelloberkante in 500 Meter Höhe gemäß der Anforderungen an die Modellentwicklung. Die Schichten in Bodennähe werden hierbei fein aufgelöst.

## **7 Durchführung der Immissionsprognose**

### **7.1 Allgemeine Hinweise**

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

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

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

### **7.2 Vorgehensweise Bildung NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung**

Feinstaub kann in der betrachteten Raum-Zeitskala als chemisch inert angesehen werden. Für NO<sub>2</sub> müssen jedoch bei der Bestimmung des Jahresmittelwertes neben der Quellstärke, dem Transport und der Turbulenz auch schnell ablaufende chemische Umwandlungsprozesse berücksichtigt werden, bei denen es zu einer teilweisen Umwandlung von NO in NO<sub>2</sub> kommt. Die Intensität dieser Umwandlungsprozesse ist von einer Vielzahl von Parametern – z. B. der Temperatur, der kurzwelligen Strahlungsintensität sowie den Hintergrundbelastungswerten von NO, NO<sub>2</sub> und Ozon abhängig.

Die Einbindung dieser komplexen chemischen Vorgänge bei der Bestimmung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung erfolgt im vorliegenden Fall gemäß dem vereinfachten NO/NO<sub>2</sub>-Konversionsmodell nach Düring et al. [25].

Neben den berechneten NO<sub>x</sub>-Gesamtbelastungen fließen in dieses Modell die Hintergrundbelastungswerte für NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und O<sub>3</sub> (Ozon) ein. Diese Werte wurden anhand der Messwerte der Station Aachen-Burtscheid ermittelt. Tabelle 6.1 in Kapitel 6.2 weist die verwendeten Hintergrundbelastungswerte aus. Zusätzlich wird für das Modell der Anteil primärer NO<sub>2</sub>-Emissionen an den NO<sub>x</sub>-Gesamtemissionen benötigt. Dieser Anteil wurde auf Grundlage der Emissionsberechnungen für alle Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet für das Jahr

2023 bestimmt und beträgt im Mittel 25,3 %. Für alle weiteren Eingangsgrößen wurden die in [25] dokumentierten Standardwerte angesetzt.

### **7.3 Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen**

Bezüglich der NO<sub>2</sub>-Kurzzeitbelastung sieht die 39. BImSchV die Prüfung auf Überschreitung eines Stundenmittelwertes von 200 µg/m<sup>3</sup> an maximal 18 Stunden im Jahr vor. Dies entspricht in etwa einem 99,8-Perzentil-Wert.

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

Statistische Auswertungen von Messwerten an Dauermessstationen [26] haben aber zu einer Formel geführt, mit deren Hilfe die Wahrscheinlichkeit, dass der Stundenmittelwert NO<sub>2</sub> von 200 µg/m<sup>3</sup> an mehr als 18 h im Jahr auftritt, abgeschätzt werden kann. Grundlage bildet der Jahresmittelwert der Stickoxidmissionen (NO<sub>x</sub>). Dieses Verfahren wird im vorliegenden Fall angewendet.

### **7.4 Ergebnisdarstellungen**

Die Luftschadstoffkonzentrationen werden in einer bodennahen Schicht (h = 1,5 m) sowie auf Höhe der 4. Halbebene des Parkhauses (als Halbebene mit den höchsten Emissionen) flächendeckend ermittelt und in den Anlagen 3 bis 6 dargestellt.

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

Darüber hinaus werden die Gesamtmissionen der berechneten Schadstoffe für einzelne repräsentative Immissionsorte (vgl. Kennzeichnung in Anlagen) tabellarisch dargestellt.

## 8 Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen

### 8.1 Feinstaub (PM<sub>10</sub>)

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM<sub>10</sub>) für den Nullfall und Planfall sind in den Anlagen 3.1 und 3.3 in 1,5 Meter Höhe und in den Anlagen 3.2 und 3.4 auf Höhe der Halbebene 4 des Parkhauses dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.1 die berechneten PM<sub>10</sub>-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten in Bodennähe und Tabelle 8.2 auf Höhe der Halbebene 4 des Parkhauses.

Tabelle 8.1: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM<sub>10</sub>) im Prognosejahr 2023 in Bodennähe

| Nr. | Immissionsort<br>Beschreibung                 | Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]<br>Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) |                  |                  |         |
|-----|---|---|------------------|------------------|---------|
|     |   | IGW<br>JMW  | Nullfall<br>2023 | Planfall<br>2023 | Delta   |
| 1   | Boxgraben 110                                 | 40  | 17,3             | 17,5             | +0,2    |
| 2   | Boxgraben 93                                  | 40  | 17,2             | 17,4             | +0,2    |
| 3   | Boxgraben 98                                  | 40  | 17,1             | 17,1             | $\pm 0$ |
| 4   | Südstraße 2                                   | 40  | 15,1             | 15,1             | $\pm 0$ |
| 5   | Südstraße 48                                  | 40  | 15,0             | 15,0             | $\pm 0$ |
| 6   | Reumontstraße 42/44                           | 40  | 14,9             | 14,9             | $\pm 0$ |
| 7   | Mariabrunnstraße 29                           | 40  | 14,9             | 15,0             | +0,1    |
| 8   | Weberstraße 11                                | 40  | 14,9             | 14,9             | $\pm 0$ |
| 9   | Weberstraße 6 (Louisenhospital)               | 40  | 14,8             | 14,8             | $\pm 0$ |
| 10  | Mariabrunnstraße 3                            | 40  | 15,3             | 15,4             | +0,1    |
| 11  | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 40  | 14,7             | 15,1             | +0,4    |
| 12  | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 40  | 14,7             | 14,8             | +0,1    |
| 13  | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 40  | 14,7             | 14,7             | $\pm 0$ |
| 14  | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 40  | 14,7             | 14,7             | $\pm 0$ |

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen in Bodennähe (Auswertehöhe 1,5 m) für den Nullfall und Planfall zeigen, dass der Grenzwert zum PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2023 an allen betrachteten Immissionsorten im Nullfall mit maximal 17,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Planfall mit maximal 17,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sowie im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich eingehalten wird.

Tabelle 8.2: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM<sub>10</sub>) im Prognosejahr 2023 auf Höhe Ebene 4

| Nr. | Immissionsort<br>Beschreibung                 | Jahresmittelwerte [µg/m <sup>3</sup> ]<br>Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) |                  |                  |       |
|-----|---|---|------------------|------------------|-------|
|     |   | IGW<br>JMW  | Nullfall<br>2023 | Planfall<br>2023 | Delta |
| 1   | Boxgraben 110                                 | 40  | 16,8             | 17,0             | +0,2  |
| 2   | Boxgraben 93                                  | 40  | 16,9             | 17,0             | +0,1  |
| 3   | Boxgraben 98                                  | 40  | 16,6             | 16,6             | ±0    |
| 4   | Südstraße 2                                   | 40  | 15,0             | 15,1             | +0,1  |
| 5   | Südstraße 48                                  | 40  | 14,9             | 14,9             | ±0    |
| 6   | Reumontstraße 42/44                           | 40  | 14,8             | 14,9             | +0,1  |
| 7   | Mariabrunnstraße 29                           | 40  | 14,9             | 14,9             | ±0    |
| 8   | Weberstraße 11                                | 40  | 14,9             | 14,9             | ±0    |
| 9   | Weberstraße 6 (Louisenhospital)               | 40  | 14,8             | 14,8             | ±0    |
| 10  | Mariabrunnstraße 3                            | 40  | 15,1             | 15,2             | +0,1  |
| 11  | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 40  | 14,7             | 15,0             | +0,3  |
| 12  | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 40  | 14,7             | 14,8             | +0,1  |
| 13  | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 40  | 14,7             | 14,7             | ±0    |
| 14  | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 40  | 14,7             | 14,7             | ±0    |

Auf Höhe der 4. Halbebene wird der Grenzwert zum PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2023 an allen betrachteten Immissionsorten im Nullfall mit maximal 16,9 µg/m<sup>3</sup> und im Planfall mit maximal 17,0 µg/m<sup>3</sup> sowie im gesamten Untersuchungsgebiet ebenfalls deutlich eingehalten.

Neben dem Grenzwert zum PM<sub>10</sub>-Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein Kurzzeitgrenzwert für Feinstaub aufgeführt. Demnach darf an maximal 35 Tagen im Jahr der PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwert größer 50 µg/m<sup>3</sup> sein.

Ausgehend von den Erkenntnissen des LANUV NRW, dass es ab 29 µg/m<sup>3</sup> mit geringer Wahrscheinlichkeit, ab 32 µg/m<sup>3</sup> mit hoher Wahrscheinlichkeit zu mehr als 35 Überschreitungstagen mit mehr als 50 µg/m<sup>3</sup> Feinstaub kommt [32], ist bei einem maximalen Jahresmittelwert von 17,5 µg/m<sup>3</sup> in allen untersuchten Fällen nicht mit mehr als 35 Überschreitungstagen an den untersuchten Immissionsorten sowie im gesamten Untersuchungsgebiet zu rechnen.

## 8.2 Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>)

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) für den Nullfall und Planfall sind in den Anlagen 4.1 und 4.3 in 1,5 Meter Höhe und in den Anlagen 4.2 und 4.4 auf Höhe der Halbebene 4 des Parkhauses dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.3 die berechneten PM<sub>2,5</sub>-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten in Bodennähe und Tabelle 8.4 auf Höhe der Halbebene 4 des Parkhauses.

Tabelle 8.3: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) im Prognosejahr 2023 in Bodennähe

| Nr. | Immissionsort<br>Beschreibung                 | Jahresmittelwerte [µg/m <sup>3</sup> ]<br>Feinstaub (PM <sub>2,5</sub> ) |                  |                  |       |
|-----|---|--|------------------|------------------|-------|
|     |   | IGW<br>JMW   | Nullfall<br>2023 | Planfall<br>2023 | Delta |
| 1   | Boxgraben 110                                 | 25   | 12,3             | 12,4             | +0,1  |
| 2   | Boxgraben 93                                  | 25   | 12,4             | 12,4             | ±0    |
| 3   | Boxgraben 98                                  | 25   | 12,1             | 12,1             | ±0    |
| 4   | Südstraße 2                                   | 25   | 10,8             | 10,8             | ±0    |
| 5   | Südstraße 48                                  | 25   | 10,6             | 10,6             | ±0    |
| 6   | Reumontstraße 42/44                           | 25   | 10,4             | 10,5             | +0,1  |
| 7   | Mariabrunnstraße 29                           | 25   | 10,5             | 10,6             | +0,1  |
| 8   | Weberstraße 11                                | 25   | 10,5             | 10,5             | ±0    |
| 9   | Weberstraße 6 (Louisenhospital)               | 25   | 10,5             | 10,5             | ±0    |
| 10  | Mariabrunnstraße 3                            | 25   | 10,9             | 11,0             | +0,1  |
| 11  | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 25   | 10,4             | 10,6             | +0,2  |
| 12  | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 25   | 10,4             | 10,4             | ±0    |
| 13  | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 25   | 10,3             | 10,3             | ±0    |
| 14  | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 25   | 10,3             | 10,3             | ±0    |

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen in Bodennähe (Auswertehöhe 1,5 m) für den Nullfall und Planfall zeigen, dass der Grenzwert zum PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittelwert von 25 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2023 an allen betrachteten Immissionsorten im Nullfall und im Planfall mit maximal 12,4 µg/m<sup>3</sup> sowie im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich eingehalten wird.



Tabelle 8.4: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) im Prognosejahr 2023 auf Höhe Ebene 4

| Nr. | Immissionsort<br>Beschreibung                 | Jahresmittelwerte [µg/m <sup>3</sup> ]<br>Feinstaub (PM <sub>2,5</sub> ) |                  |                  |       |
|-----|---|--|------------------|------------------|-------|
|     |   | IGW<br>JMW   | Nullfall<br>2023 | Planfall<br>2023 | Delta |
| 1   | Boxgraben 110                                 | 25   | 12,0             | 12,1             | +0,1  |
| 2   | Boxgraben 93                                  | 25   | 12,1             | 12,1             | ±0    |
| 3   | Boxgraben 98                                  | 25   | 11,7             | 11,7             | ±0    |
| 4   | Südstraße 2                                   | 25   | 10,7             | 10,8             | +0,1  |
| 5   | Südstraße 48                                  | 25   | 10,5             | 10,6             | +0,1  |
| 6   | Reumontstraße 42/44                           | 25   | 10,4             | 10,4             | ±0    |
| 7   | Mariabrunnstraße 29                           | 25   | 10,5             | 10,5             | ±0    |
| 8   | Weberstraße 11                                | 25   | 10,5             | 10,5             | ±0    |
| 9   | Weberstraße 6 (Louisenhospital)               | 25   | 10,5             | 10,5             | ±0    |
| 10  | Mariabrunnstraße 3                            | 25   | 10,7             | 10,8             | +0,1  |
| 11  | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 25   | 10,4             | 10,5             | +0,1  |
| 12  | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 25   | 10,4             | 10,4             | ±0    |
| 13  | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 25   | 10,3             | 10,3             | ±0    |
| 14  | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 25   | 10,3             | 10,3             | ±0    |

Auf Höhe der 4. Halbebene wird der Grenzwert zum PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittelwert von 25 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2023 an allen betrachteten Immissionsorten im Nullfall und im Planfall mit maximal 12,1 µg/m<sup>3</sup> sowie im gesamten Untersuchungsgebiet ebenfalls deutlich eingehalten.

### 8.3 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) für den Nullfall und Planfall sind in den Anlagen 5.1 und 5.3 in 1,5 Meter Höhe und in den Anlagen 5.2 und 5.4 auf Höhe der Halbebene 4 des Parkhauses dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.5 die berechneten NO<sub>2</sub>-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten in Bodennähe und Tabelle 8.6 auf Höhe der Halbebene 4 des Parkhauses.

Tabelle 8.5: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) im Prognosejahr 2023 in Bodennähe

| Immissionsort |   | Jahresmittelwerte [µg/m <sup>3</sup> ]<br>Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) |                  |                  |       |
|---------------|---|---|------------------|------------------|-------|
| Nr.           | Beschreibung                                  | IGW<br>JMW  | Nullfall<br>2023 | Planfall<br>2023 | Delta |
| 1             | Boxgraben 110                                 | 40  | 32,1             | 33,3             | +1,2  |
| 2             | Boxgraben 93                                  | 40  | 32,7             | 33,9             | +1,2  |
| 3             | Boxgraben 98                                  | 40  | 28,7             | 28,8             | +0,1  |
| 4             | Südstraße 2                                   | 40  | 17,9             | 18,2             | +0,3  |
| 5             | Südstraße 48                                  | 40  | 15,8             | 16,0             | +0,2  |
| 6             | Reumontstraße 42/44                           | 40  | 14,7             | 15,1             | +0,4  |
| 7             | Mariabrunnstraße 29                           | 40  | 15,2             | 15,9             | +0,7  |
| 8             | Weberstraße 11                                | 40  | 15,7             | 15,7             | ±0    |
| 9             | Weberstraße 6 (Louisenhospital)               | 40  | 15,2             | 15,5             | +0,3  |
| 10            | Mariabrunnstraße 3                            | 40  | 18,3             | 19,2             | +0,9  |
| 11            | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 40  | 14,2             | 17,2             | +3,0  |
| 12            | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 40  | 14,1             | 14,5             | +0,4  |
| 13            | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 40  | 13,7             | 14,0             | +0,3  |
| 14            | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 40  | 13,5             | 13,5             | ±0    |

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen in Bodennähe (Auswertehöhe 1,5 m) für den Nullfall und Planfall zeigen, dass der Grenzwert zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2023 an allen betrachteten Immissionsorten im Nullfall mit maximal 32,7 µg/m<sup>3</sup> und im Planfall mit maximal 33,9 µg/m<sup>3</sup> sowie im gesamten Untersuchungsgebiet außerhalb von Fahrstreifen eingehalten wird.

Tabelle 8.6: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid im Prognosejahr 2023 auf Höhe Ebene 4

| Nr. | Immissionsort<br>Beschreibung                 | Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]<br>Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) |                  |                  |         |
|-----|---|--|------------------|------------------|---------|
|     |   | IGW<br>JMW   | Nullfall<br>2023 | Planfall<br>2023 | Delta   |
| 1   | Boxgraben 110                                 | 40   | 29,4             | 30,4             | +1,0    |
| 2   | Boxgraben 93                                  | 40   | 30,0             | 31,0             | +1,0    |
| 3   | Boxgraben 98                                  | 40   | 26,0             | 26,1             | +0,1    |
| 4   | Südstraße 2                                   | 40   | 17,3             | 17,6             | +0,3    |
| 5   | Südstraße 48                                  | 40   | 15,4             | 15,6             | +0,2    |
| 6   | Reumontstraße 42/44                           | 40   | 14,5             | 14,8             | +0,3    |
| 7   | Mariabrunnstraße 29                           | 40   | 14,9             | 15,5             | +0,6    |
| 8   | Weberstraße 11                                | 40   | 15,3             | 15,3             | $\pm 0$ |
| 9   | Weberstraße 6 (Louisenhospital)               | 40   | 15,1             | 15,3             | +0,2    |
| 10  | Mariabrunnstraße 3                            | 40   | 17,5             | 18,0             | +0,5    |
| 11  | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 40   | 14,2             | 16,1             | +1,9    |
| 12  | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 40   | 14,1             | 14,5             | +0,4    |
| 13  | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 40   | 13,7             | 13,9             | +0,2    |
| 14  | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 40   | 13,5             | 13,6             | +0,1    |

Auf Höhe der 4. Halbebene wird der Grenzwert zum  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2023 an allen betrachteten Immissionsorten im Nullfall mit maximal  $30,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Planfall mit maximal  $31,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sowie im gesamten Untersuchungsgebiet außerhalb von Fahrstreifen ebenfalls eingehalten.

Neben der jahresmittleren  $\text{NO}_2$ -Belastung ist in der 39. BImSchV zusätzlich ein Grenzwert für kurzzeitige  $\text{NO}_2$ -Belastungsspitzen definiert. Demnach darf ein Stundenmittelwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an nicht mehr als 18 Stunden im Jahr überschritten werden. Ausgehend von den berechneten  $\text{NO}_x$ -Gesamtbelastungen beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Grenzwert nicht eingehalten wird, in allen untersuchten Fällen maximal 2,3 % (vgl. Kapitel 7.3)

Auswertungen von Messergebnissen an Verkehrsmessstationen des LANUV NRW zeigen, dass in den letzten Jahren auch bei  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerten mit deutlich höheren Konzentrationen wie im vorliegenden Fall für das Untersuchungsgebiet ermittelt, das Kurzzeitkriterium der 39. BImSchV in ganz NRW eingehalten wurde. Daher kann davon ausgegangen werden, dass in der Realität das Kurzzeitkriterium der 39. BImSchV im gesamten Untersuchungsgebiet sicher eingehalten wird.

Tabelle 8.7: Überschreitungswahrscheinlichkeit des Auftretens von mehr als 18 Stunden mit 1-h Mittelwert Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) über 200 µg/m<sup>3</sup> in Bodennähe

| Immissionsort |   | Wahrscheinlichkeit von mehr als 18 zulässigen Überschreitungen des 1-h Mittelwertes von 200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> pro Jahr in % |               |
|---------------|---|---|---------------|
| Nr.           | Beschreibung                                  | Nullfall 2023   | Planfall 2023 |
| 1             | Boxgraben 110                                 | 2,1   | 2,2           |
| 2             | Boxgraben 93                                  | 2,2   | 2,3           |
| 3             | Boxgraben 98                                  | 1,7   | 1,7           |
| 4             | Südstraße 2                                   | 1,0   | 1,0           |
| 5             | Südstraße 48                                  | 0,9   | 0,9           |
| 6             | Reumontstraße 42/44                           | 0,9   | 0,9           |
| 7             | Mariabrunnstraße 29                           | 0,9   | 0,9           |
| 8             | Weberstraße 11                                | 0,9   | 0,9           |
| 9             | Weberstraße 6 (Louisenhospital)               | 0,9   | 0,9           |
| 10            | Mariabrunnstraße 3                            | 1,0   | 1,0           |
| 11            | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 0,8   | 1,0           |
| 12            | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 0,8   | 0,9           |
| 13            | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 0,8   | 0,8           |
| 14            | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 0,8   | 0,8           |

Tabelle 8.8: Überschreitungswahrscheinlichkeit des Auftretens von mehr als 18 Stunden mit 1-h Mittelwert Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) über 200 µg/m<sup>3</sup> auf Höhe Ebene 4

| Immissionsort |                                 | Wahrscheinlichkeit von mehr als 18 zulässigen Überschreitungen des 1-h Mittelwertes von 200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> pro Jahr in % |               |
|---------------|---------------------------------|---|---------------|
| Nr.           | Beschreibung                    | Nullfall 2023   | Planfall 2023 |
| 1             | Boxgraben 110                   | 1,7   | 1,9           |
| 2             | Boxgraben 93                    | 1,8   | 1,9           |
| 3             | Boxgraben 98                    | 1,4   | 1,5           |
| 4             | Südstraße 2                     | 1,0   | 1,0           |
| 5             | Südstraße 48                    | 0,9   | 0,9           |
| 6             | Reumontstraße 42/44             | 0,9   | 0,9           |
| 7             | Mariabrunnstraße 29             | 0,9   | 0,9           |
| 8             | Weberstraße 11                  | 0,9   | 0,9           |
| 9             | Weberstraße 6 (Louisenhospital) | 0,9   | 0,9           |

| Immissionsort |   | Wahrscheinlichkeit von mehr als 18 zulässigen Überschreitungen des 1-h Mittelwertes von 200 µg/m³ NO <sub>2</sub> pro Jahr in % |               |
|---------------|---|---|---------------|
| Nr.           | Beschreibung                                  | Nullfall 2023   | Planfall 2023 |
| 10            | Mariabrunnstraße 3                            | 1,0   | 1,0           |
| 11            | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 0,8   | 0,9           |
| 12            | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 0,8   | 0,9           |
| 13            | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 0,8   | 0,8           |
| 14            | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 0,8   | 0,8           |

#### 8.4 Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) für den Nullfall und Planfall sind in den Anlagen 6.1 und 6.3 in 1,5 Meter Höhe und in den Anlagen 6.2 und 6.4 auf Höhe der Halbebene 4 des Parkhauses dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.9 die berechneten C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten in Bodennähe und Tabelle 8.10 auf Höhe der Halbebene 4 des Parkhauses.

Tabelle 8.9: Jahresmittelwerte Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) im Prognosejahr 2023 in Bodennähe

| Immissionsort |   | Jahresmittelwerte [µg/m³]<br>Benzol (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) |                  |                  |       |
|---------------|---|--|------------------|------------------|-------|
| Nr.           | Beschreibung                                  | IGW<br>JMW   | Nullfall<br>2023 | Planfall<br>2023 | Delta |
| 1             | Boxgraben 110                                 | 5  | 1,7              | 1,7              | ±0    |
| 2             | Boxgraben 93                                  | 5  | 1,7              | 1,7              | ±0    |
| 3             | Boxgraben 98                                  | 5  | 1,6              | 1,6              | ±0    |
| 4             | Südstraße 2                                   | 5  | 1,7              | 1,7              | ±0    |
| 5             | Südstraße 48                                  | 5  | 1,7              | 1,7              | ±0    |
| 6             | Reumontstraße 42/44                           | 5  | 1,4              | 1,5              | +0,1  |
| 7             | Mariabrunnstraße 29                           | 5  | 1,6              | 1,7              | +0,1  |
| 8             | Weberstraße 11                                | 5  | 1,6              | 1,6              | ±0    |
| 9             | Weberstraße 6 (Louisenhospital)               | 5  | 1,4              | 1,5              | +0,1  |
| 10            | Mariabrunnstraße 3                            | 5  | 1,7              | 1,9              | +0,2  |
| 11            | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 5  | 1,3              | 1,9              | +0,6  |
| 12            | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 5  | 1,3              | 1,3              | ±0    |
| 13            | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 5  | 1,2              | 1,3              | +0,1  |
| 14            | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 5  | 1,2              | 1,2              | ±0    |

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen in Bodennähe (Auswertehöhe 1,5 m) für den Nullfall und Planfall zeigen, dass der Grenzwert zum C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>-Jahresmittelwert von 5 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2023 an allen betrachteten Immissionsorten im Nullfall mit maximal 1,7 µg/m<sup>3</sup> und im Planfall mit maximal 1,9 µg/m<sup>3</sup> sowie im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich eingehalten wird.

Tabelle 8.10: Jahresmittelwerte Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) im Prognosejahr 2023 auf Höhe Ebene 4

| Nr. | Immissionsort<br>Beschreibung                 | Jahresmittelwerte [µg/m <sup>3</sup> ]<br>Benzol (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) |                  |                  |       |
|-----|---|---|------------------|------------------|-------|
|     |   | IGW<br>JMW  | Nullfall<br>2023 | Planfall<br>2023 | Delta |
| 1   | Boxgraben 110                                 | 5   | 1,6              | 1,6              | ±0    |
| 2   | Boxgraben 93                                  | 5   | 1,6              | 1,6              | ±0    |
| 3   | Boxgraben 98                                  | 5   | 1,5              | 1,5              | ±0    |
| 4   | Südstraße 2                                   | 5   | 1,6              | 1,6              | ±0    |
| 5   | Südstraße 48                                  | 5   | 1,6              | 1,7              | +0,1  |
| 6   | Reumontstraße 42/44                           | 5   | 1,4              | 1,4              | ±0    |
| 7   | Mariabrunnstraße 29                           | 5   | 1,5              | 1,6              | +0,1  |
| 8   | Weberstraße 11                                | 5   | 1,5              | 1,5              | ±0    |
| 9   | Weberstraße 6 (Louisenhospital)               | 5   | 1,4              | 1,4              | ±0    |
| 10  | Mariabrunnstraße 3                            | 5   | 1,6              | 1,7              | +0,1  |
| 11  | Mariabrunnstraße 7 (Innenbereich an Parkhaus) | 5   | 1,3              | 1,6              | +0,3  |
| 12  | Bestandsgewerbebetrieb / Plangebäude          | 5   | 1,3              | 1,3              | ±0    |
| 13  | Mariabrunnstraße 17 (Kindertagesstätte)       | 5   | 1,2              | 1,3              | +0,1  |
| 14  | Innenbereich Blockbebauung / Plangebäude      | 5   | 1,2              | 1,2              | ±0    |

Auf Höhe der 4. Halbebene wird der Grenzwert zum C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>-Jahresmittelwert von 5 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2023 an allen betrachteten Immissionsorten im Nullfall mit maximal 1,6 µg/m<sup>3</sup> und im Planfall mit maximal 1,7 µg/m<sup>3</sup> sowie im gesamten Untersuchungsgebiet ebenfalls deutlich eingehalten.

## 9 Zusammenfassung

Mit Aufstellung des Bebauungsplanes „Südstraße / Mariabrunnstraße / Luisenhöfe“ in Aachen plant der Auftraggeber die Schaffung von Planrecht für neue Wohnbebauung sowie eine Erweiterung des bestehenden Parkhauses Mariabrunnstraße. Da aktuell noch kein Bebauungsplanentwurf vorliegt, basiert die vorliegende Luftschadstoffuntersuchung auf einem städtebaulichen Entwurf.

Hierzu war eine mikroskalige lufthygienische Untersuchung mit Ausbreitungsberechnungen für die relevanten Luftschadstoffe Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) durchzuführen.

Die Berechnungen zu den verkehrlichen Luftschadstoffen wurden mit der aktuellen Version 6.3 des prognostischen Windfeld- und Ausbreitungsmodells MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell) durchgeführt. Die Emissionen des Straßenverkehrs werden auf Grundlage des aktuellen Handbuchs für Emissionsfaktoren (4.1) bestimmt.

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

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

Laut Auftraggeber ist frühestens im Jahr 2023 mit der vollständigen Realisierung des Projektes zu rechnen. Als Prognosejahr wird daher das Jahr 2023 verwendet.

Es wurden daher nachfolgend die Fälle

**Nullfall:** Heutige bauliche Situation, Verkehrsmengen im Umfeld, Emissionsfaktoren und Flottenzusammensetzung für das Jahr 2023

**Planfall:** Zukünftige bauliche Situation mit Realisierung des Planvorhabens, Verkehrsmengen im Umfeld unter Berücksichtigung des Planvorhabens, Emissionsfaktoren und Flottenzusammensetzungen für das Jahr 2023

unter Berücksichtigung der großräumigen Hintergrundbelastung untersucht.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zeigen für die untersuchten Luftschadstoffe Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) eine deutliche Einhaltung der Jahresmittelwerte sowie der Kurzzeitbelastungen gemäß 39. BImSchV an allen un-

tersuchten Immissionsorten sowie im gesamten Untersuchungsgebiet außerhalb von Fahrstreifen.

Durch die Planungen kommt es aufgrund des Zusatzverkehrs im gesamten Untersuchungsgebiet zu Erhöhungen der Luftschadstoffimmissionen, jedoch fallen diese vergleichsweise gering aus (siehe Spalten „Delta“ in den Tabellen im Kapitel Ergebnisse). Die größten Zunahmen der Luftschadstoffkonzentrationen ergeben sich im Bereich des Parkhauses zum einen durch die Erweiterung des Parkhauses selbst, aber im Wesentlichen aufgrund der Durchfahrtsverkehre zur neu geplanten Tiefgarage des Planvorhabens durch die Ebenen 0 bis -2.

An der Kindertagesstätte im Untersuchungsgebiet ergeben sich nur geringe Erhöhungen der Luftschadstoffkonzentrationen. Die Luftqualität an der Kindertagesstätte bewegt sich aufgrund des vergleichsweise großen Abstandes zu den Straßen und dem Parkhaus im Bereich der Hintergrundbelastung.

Auch im Innenbereich der bestehenden und geplanten Bebauung liegen in allen untersuchten Fällen und für alle untersuchten Luftschadstoffe Konzentrationen nur im Bereich der Hintergrundbelastung und somit für innerstädtische Verhältnisse eine gute Luftqualität vor.

Peutz Consult GmbH

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

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



Anlagenverzeichnis

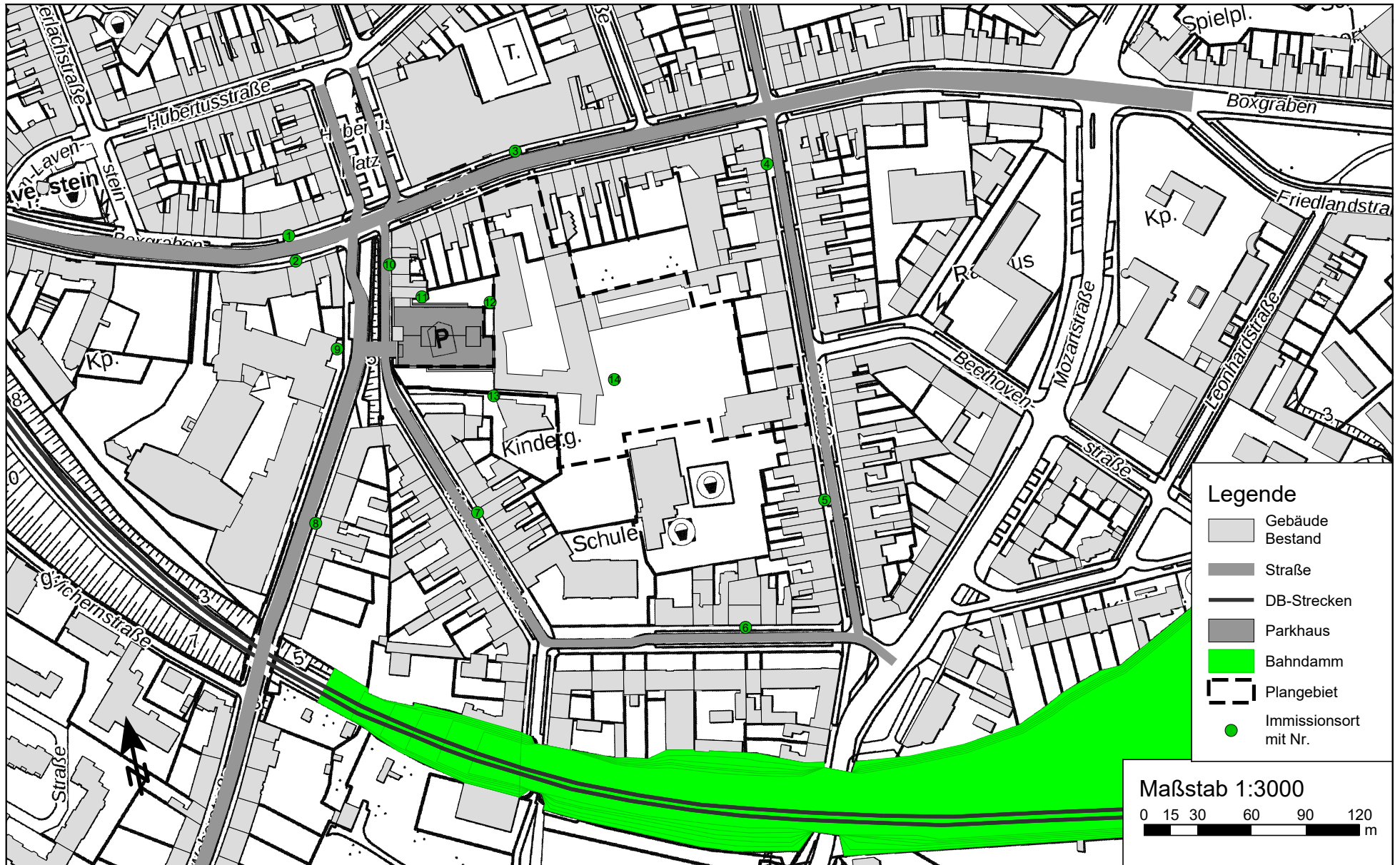
|                          |   |
|--------------------------|---|
| Anlage 1.1               | Städtebaulicher Entwurf zum Wohnquartier "Luisenhöfe" in Aachen   |
| Anlage 1.2               | Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Nullfall 2023"  |
| Anlage 1.3               | Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Planfall 2023"  |
| Anlage 2.1               | Übersichtslageplan mit Darstellung der Straßenabschnitte für die Emissionsberechnungen  |
| Anlage 2.2               | Emissionsansätze und Eingangsdaten für die Situationen "Nullfall 2023" und "Planfall 2023" zum Planvorhaben „Luisenhöfe“ in Aachen  |
| Anlage 2.3               | DB-Strecken im Untersuchungsgebiet  |
| Anlage 3.1<br>Anlage 3.3 | Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Nullfall 2023" und "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 14,7 µg/m <sup>3</sup>   |
| Anlage 3.2<br>Anlage 3.4 | Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Nullfall 2023" und "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 14,7 µg/m <sup>3</sup>  |
| Anlage 4.1<br>Anlage 4.3 | Feinstaub (PM <sub>2,5</sub> ) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Nullfall 2023" und "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 10,3 µg/m <sup>3</sup>  |
| Anlage 4.2<br>Anlage 4.4 | Feinstaub (PM <sub>2,5</sub> ) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Nullfall 2023" und "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 10,3 µg/m <sup>3</sup> |
| Anlage 5.1<br>Anlage 5.3 | Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Nullfall 2023" und "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 13,0 µg/m <sup>3</sup>   |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Anlage 5.2<br>Anlage 5.4 | Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Nullfall 2023" und "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 13,0 µg/m <sup>3</sup>    |
| Anlage 6.1<br>Anlage 6.3 | Benzol (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Nullfall 2023" und "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 1,2 µg/m <sup>3</sup>  |
| Anlage 6.2<br>Anlage 6.4 | Benzol (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Nullfall 2023" und "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 1,2 µg/m <sup>3</sup> |

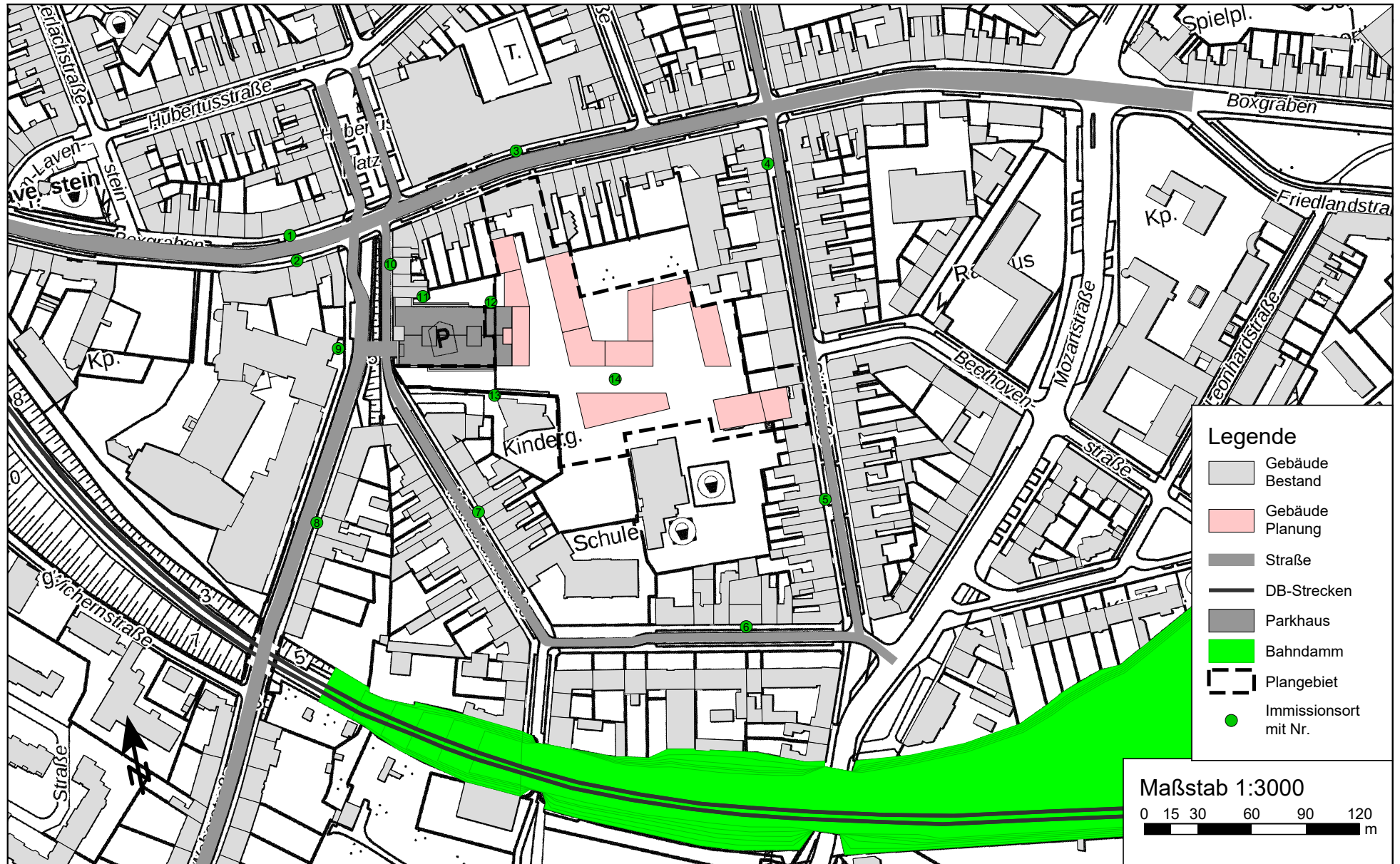
Anlage 1.1: Städtebaulicher Entwurf zum Wohnquartier "Luisenhöfe" in Aachen



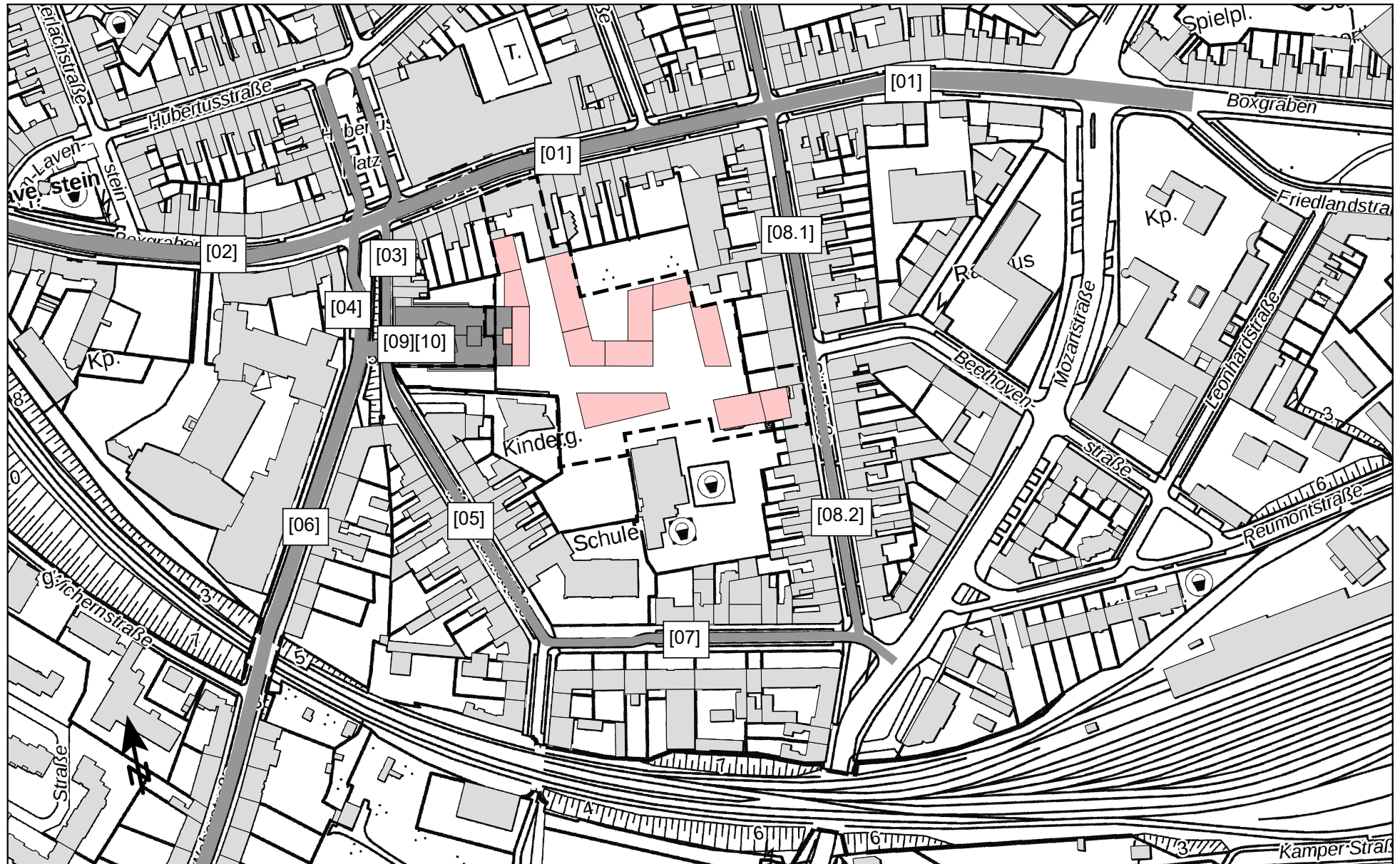
# Anlage 1.2: Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Nullfall 2023"



# Anlage 1.3: Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Planfall 2023"



Anlage 2.1: Übersichtslageplan mit Darstellung der Straßenabschnitte für die Emissionsberechnungen



**Nullfall 2023**

| Lfd. Nr. | Straßenname                            | DTV       | Anteil SNFz | Anteil LNFz | UWZ* | Verkehrssituation |                     |    | Steigung | Anzahl Fahrspuren | Tempolimit | Typ Kaltstart | Typ Tagesgang | LOS1  | LOS2 | LOS3 | LOS4  | LOS5 | PM <sub>10</sub>     | PM <sub>2,5</sub>    | NO <sub>x</sub>      | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> |
|----------|--|-----------|-------------|-------------|------|-------------------|---------------------|----|----------|-------------------|------------|---------------|---------------|-------|------|------|-------|------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| [-]      |  | [Kfz/24h] | [%]         | [%]         |      |                   |                     |    | [%]      | [-]               | [km/h]     |               |               | [%]   | [%]  | [%]  | [%]   | [%]  | [g/m <sup>3</sup> d] | [g/m <sup>3</sup> d] | [g/m <sup>3</sup> d] | [g/m <sup>3</sup> d]          |
| 1        | [01] Boxgraben                         | 16100     | 3,0         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Hauptverkehrsstraße | IO | ±2,4     | 2                 | 50         | radial        | doublepeak    | 3,6   | 79,5 | 16,9 | 0,0   | 0,0  | 0,790                | 0,339                | 6,535                | 0,073                         |
| 2        | [02] Boxgraben                         | 16800     | 2,9         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Hauptverkehrsstraße | IO | ±5,1     | 2                 | 50         | radial        | doublepeak    | 3,6   | 79,5 | 16,9 | 0,0   | 0,0  | 0,824                | 0,359                | 7,407                | 0,077                         |
| 3        | [03] Mariabrunnstraße                  | 1200      | 1,4         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -2,2     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 68,3  | 31,7 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,045                | 0,024                | 0,385                | 0,040                         |
| 4        | [04] Weberstraße                       | 1950      | 2,0         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | ±1,6     | 2                 | 30         | residential   | doublepeak    | 100,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,070                | 0,041                | 0,758                | 0,065                         |
| 5        | [05] Mariabrunnstraße                  | 1200      | 1,4         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -1,6     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 68,3  | 31,7 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,045                | 0,024                | 0,406                | 0,040                         |
| 6        | [06] Weberstraße                       | 1300      | 3,1         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | 0,7      | 2                 | 30         | residential   | doublepeak    | 100,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,051                | 0,029                | 0,538                | 0,043                         |
| 7        | [07] Reumontstraße                     | 1200      | 1,4         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -1,6     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 68,3  | 31,7 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,045                | 0,024                | 0,406                | 0,040                         |
| 8        | [08.1] Südstraße                       | 1650      | 2,2         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -0,8     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 49,4  | 50,6 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,071                | 0,035                | 0,644                | 0,055                         |
| 9        | [08.2] Südstraße                       | 1450      | 1,3         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -1,8     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 55,0  | 45,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,056                | 0,029                | 0,487                | 0,049                         |
| 10       | [09] Zufahrt Parkhaus Weberstraße      | 916       | 0,0         | 0,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | ±6,0     | 2                 | 30         | residential   | doublepeak    | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 100,0 | 0,0  | 0,044                | 0,017                | 0,560                | 0,028                         |
| 11       | [10] Zufahrt Parkhaus Mariabrunnstraße | 184       | 0,0         | 0,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | 0,0      | 2                 | 30         | residential   | doublepeak    | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 100,0 | 0,0  | 0,009                | 0,003                | 0,101                | 0,008                         |

\* UWZ = Innerhalb Umweltzone (Ja/Nein)

**Planfall 2023**

| Lfd. Nr. | Straßenname                            | DTV       | Anteil SNFz | Anteil LNFz | UWZ* | Verkehrssituation |                     |    | Steigung | Anzahl Fahrspuren | Tempolimit | Typ Kaltstart | Typ Tagesgang | LOS1  | LOS2 | LOS3 | LOS4  | LOS5 | PM <sub>10</sub>     | PM <sub>2,5</sub>    | NO <sub>x</sub>      | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> |
|----------|--|-----------|-------------|-------------|------|-------------------|---------------------|----|----------|-------------------|------------|---------------|---------------|-------|------|------|-------|------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| [-]      |  | [Kfz/24h] | [%]         | [%]         |      |                   |                     |    | [%]      | [-]               | [km/h]     |               |               | [%]   | [%]  | [%]  | [%]   | [%]  | [g/m <sup>3</sup> d] | [g/m <sup>3</sup> d] | [g/m <sup>3</sup> d] | [g/m <sup>3</sup> d]          |
| 1        | [01] Boxgraben                         | 16200     | 3,0         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Hauptverkehrsstraße | IO | ±2,4     | 2                 | 50         | radial        | doublepeak    | 3,6   | 79,5 | 16,9 | 0,0   | 0,0  | 0,794                | 0,341                | 6,576                | 0,073                         |
| 2        | [02] Boxgraben                         | 17300     | 2,8         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Hauptverkehrsstraße | IO | ±5,1     | 2                 | 50         | radial        | doublepeak    | 3,6   | 64,7 | 31,7 | 0,0   | 0,0  | 0,886                | 0,370                | 7,880                | 0,080                         |
| 3        | [03] Mariabrunnstraße                  | 1600      | 1,4         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -2,2     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 49,4  | 50,6 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,063                | 0,032                | 0,525                | 0,054                         |
| 4        | [04] Weberstraße                       | 2200      | 1,8         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | ±1,6     | 2                 | 30         | residential   | doublepeak    | 83,1  | 16,9 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,083                | 0,046                | 0,860                | 0,073                         |
| 5        | [05] Mariabrunnstraße                  | 1600      | 1,4         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -1,6     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 49,4  | 50,6 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,064                | 0,033                | 0,553                | 0,054                         |
| 6        | [06] Weberstraße                       | 1300      | 3,0         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | 0,7      | 2                 | 30         | residential   | doublepeak    | 100,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,050                | 0,029                | 0,536                | 0,043                         |
| 7        | [07] Reumontstraße                     | 1600      | 1,8         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -1,6     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 49,4  | 50,6 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,066                | 0,033                | 0,569                | 0,053                         |
| 8        | [08.1] Südstraße                       | 1850      | 2,1         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -0,8     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 18,7  | 81,3 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,087                | 0,039                | 0,745                | 0,062                         |
| 9        | [08.2] Südstraße                       | 1600      | 1,2         | 5,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | -1,8     | 1                 | 30         | residential   | doublepeak    | 49,4  | 50,6 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,063                | 0,032                | 0,537                | 0,054                         |
| 10       | [09] Zufahrt Parkhaus Weberstraße      | 1196      | 0,0         | 0,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | ±6,0     | 2                 | 30         | residential   | doublepeak    | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 100,0 | 0,0  | 0,058                | 0,022                | 0,731                | 0,037                         |
| 11       | [10] Zufahrt Parkhaus Mariabrunnstraße | 1084      | 0,0         | 0,0         | Ja   | Agglomeration     | Erschließungsstraße | IO | 0,0      | 2                 | 30         | residential   | doublepeak    | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 100,0 | 0,0  | 0,052                | 0,020                | 0,594                | 0,050                         |

\* UWZ = Innerhalb Umweltzone (Ja/Nein)

# Anlage 2.3: DB-Strecken im Untersuchungsgebiet



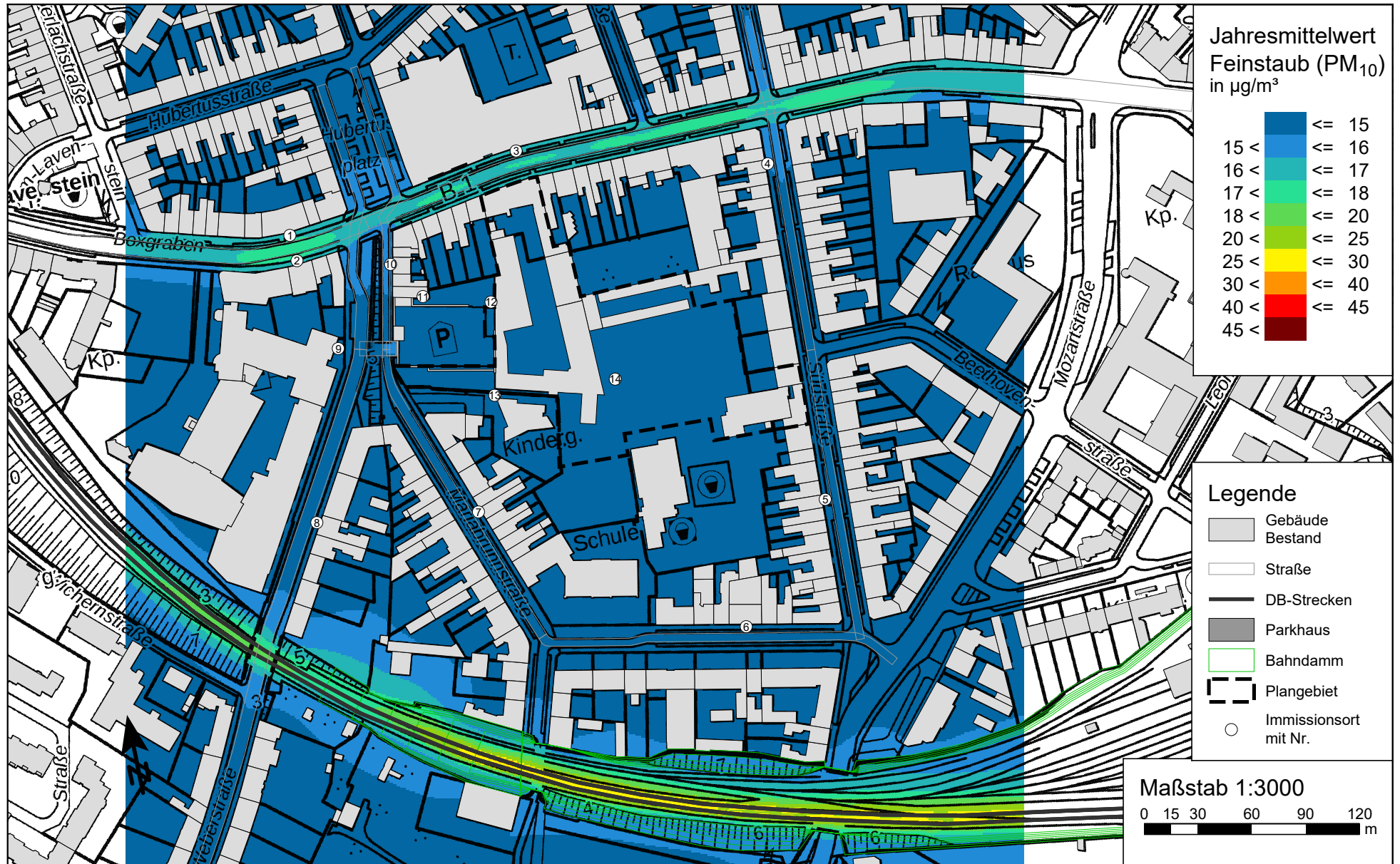
Quelle: OpenRailwayMap



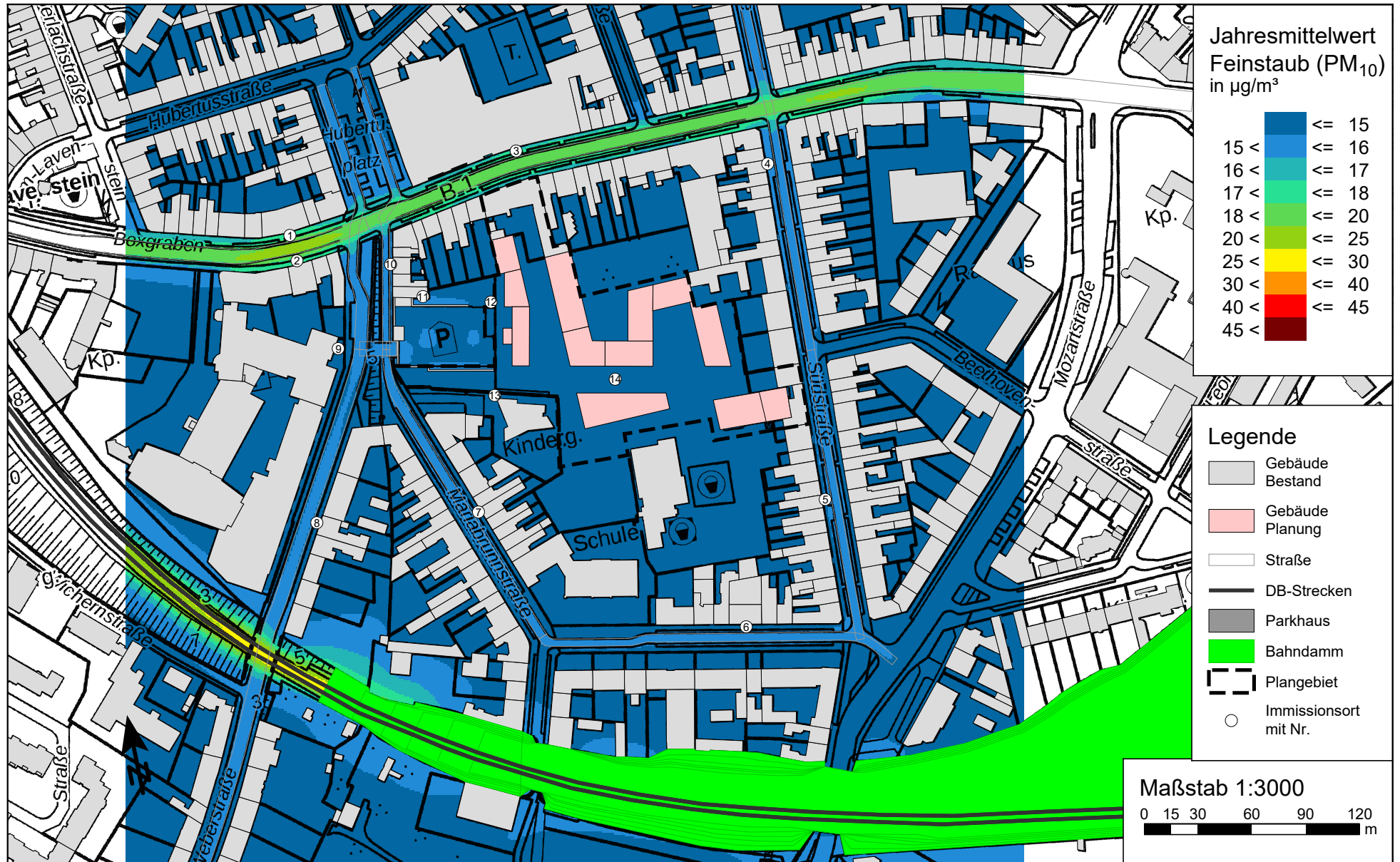
Anlage 3.1: Feinstaub (PM<sub>10</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Nullfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 14,7 µg/m<sup>3</sup>  
Grenzwert 39. BImSchV: 40,0 µg/m<sup>3</sup>



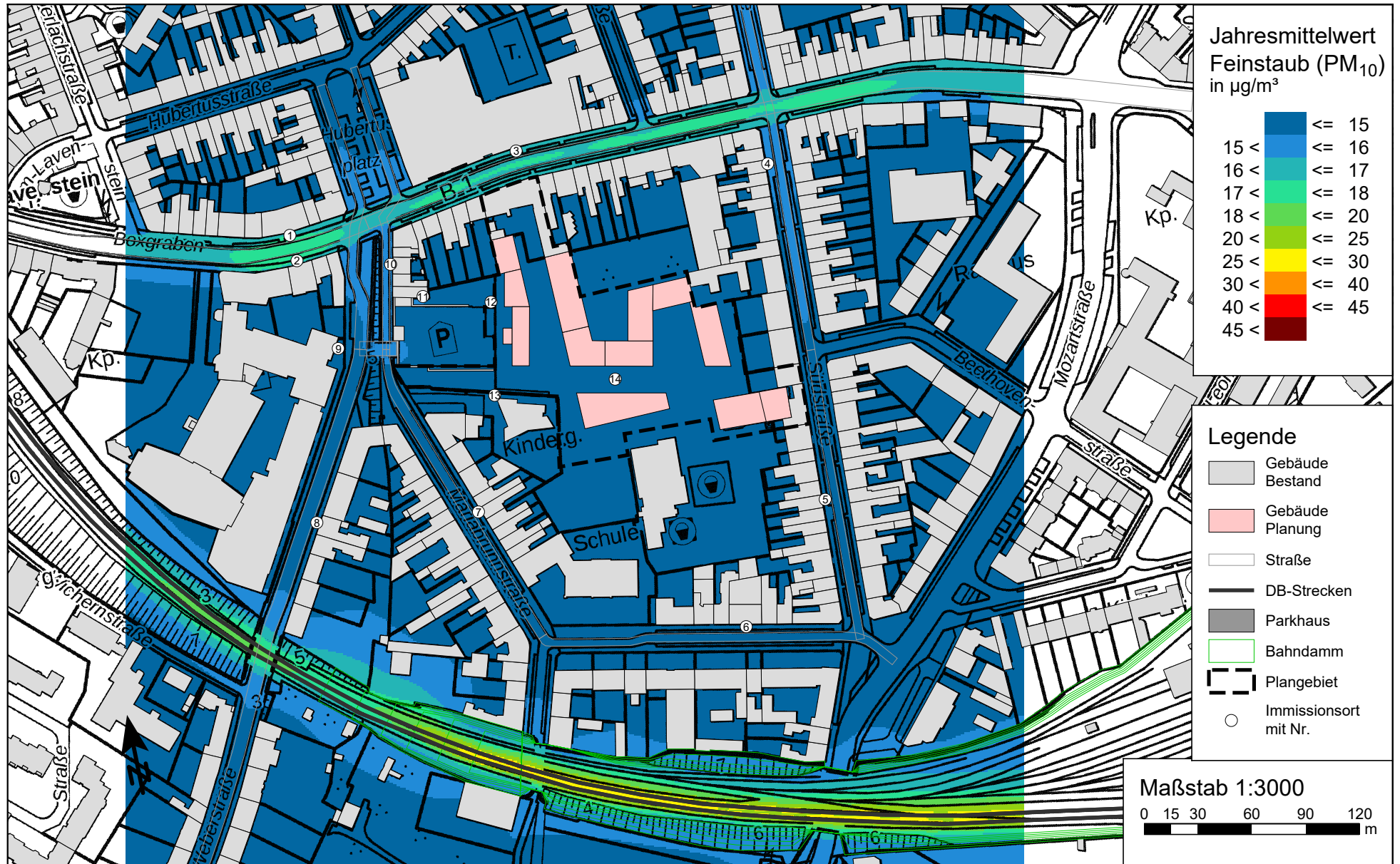
Anlage 3.2: Feinstaub (PM<sub>10</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Nullfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 14,7 µg/m<sup>3</sup> - Grenzwert 39. BImSchV: 40,0 µg/m<sup>3</sup>



Anlage 3.3: Feinstaub (PM<sub>10</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 14,7 µg/m<sup>3</sup>  
Grenzwert 39. BImSchV: 40,0 µg/m<sup>3</sup>



Anlage 3.4: Feinstaub (PM<sub>10</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 14,7 µg/m<sup>3</sup> - Grenzwert 39. BImSchV: 40,0 µg/m<sup>3</sup>



Anlage 4.1: Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Nullfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 10,3 µg/m<sup>3</sup>  
Grenzwert 39. BImSchV: 25,0 µg/m<sup>3</sup>



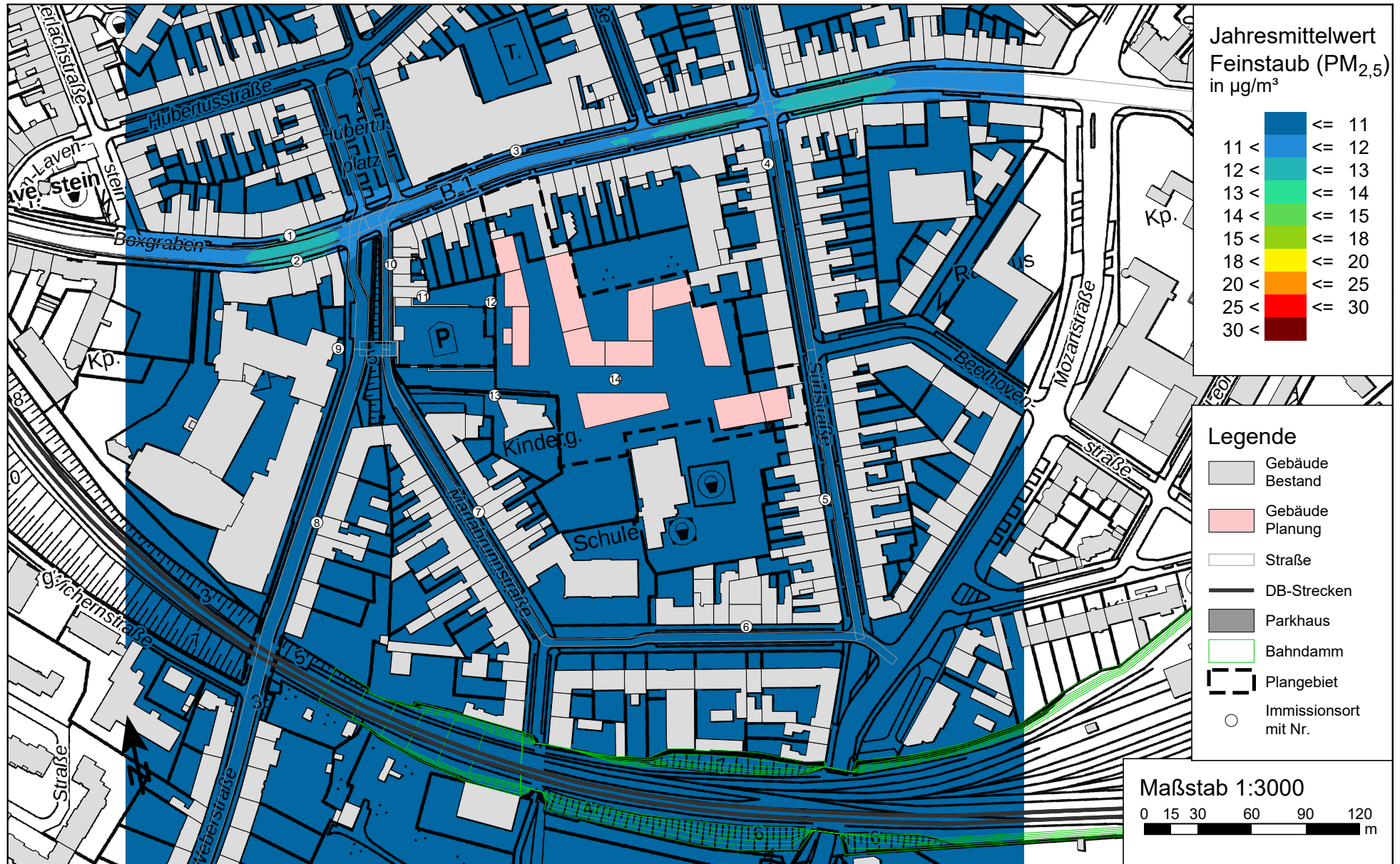
Anlage 4.2: Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Nullfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 10,3 µg/m<sup>3</sup> - Grenzwert 39. BImSchV: 25,0 µg/m<sup>3</sup>



Anlage 4.3: Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 10,3 µg/m<sup>3</sup>  
 Grenzwert 39. BImSchV: 25,0 µg/m<sup>3</sup>

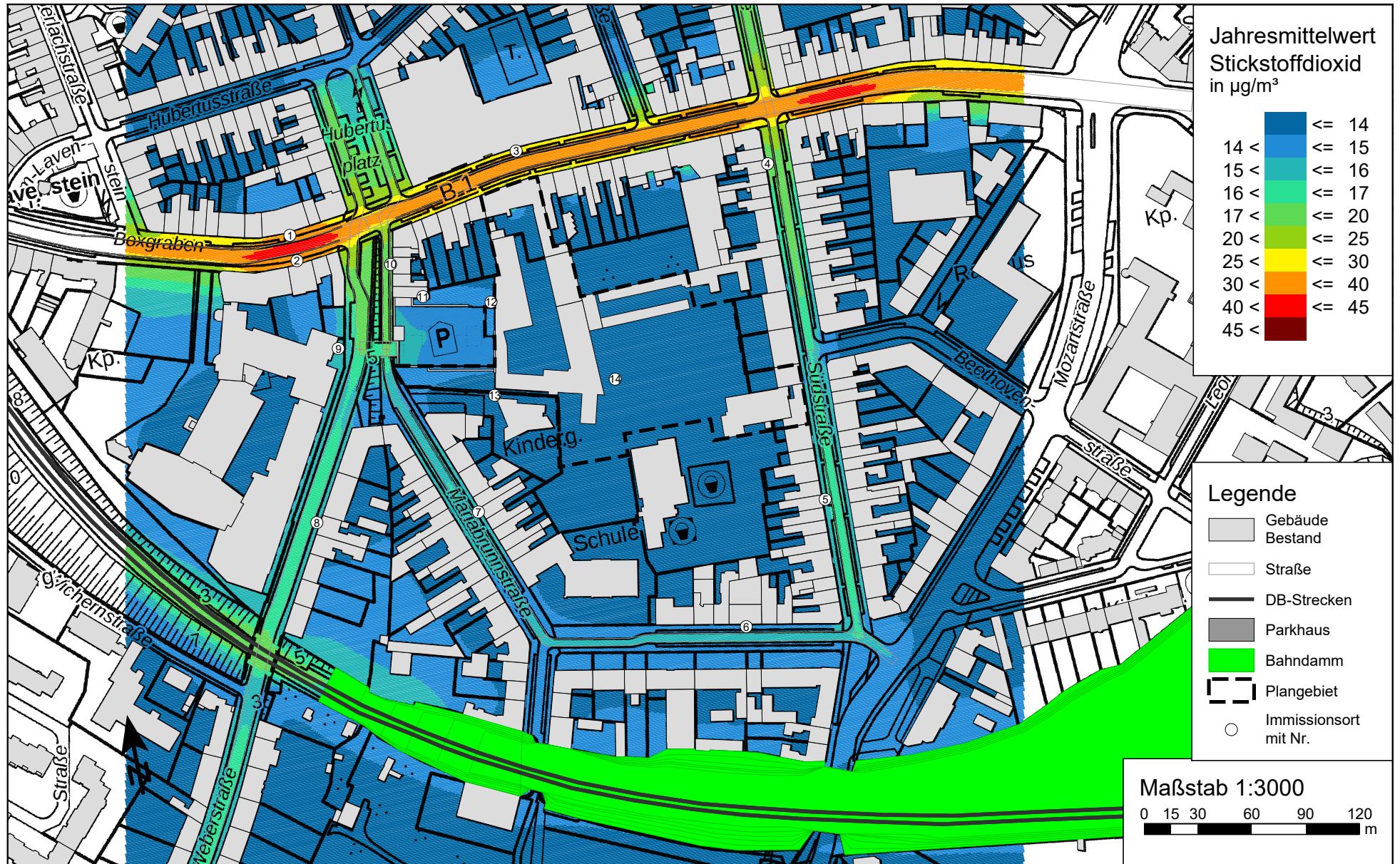


Anlage 4.4: Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 10,3 µg/m<sup>3</sup> - Grenzwert 39. BImSchV: 25,0 µg/m<sup>3</sup>

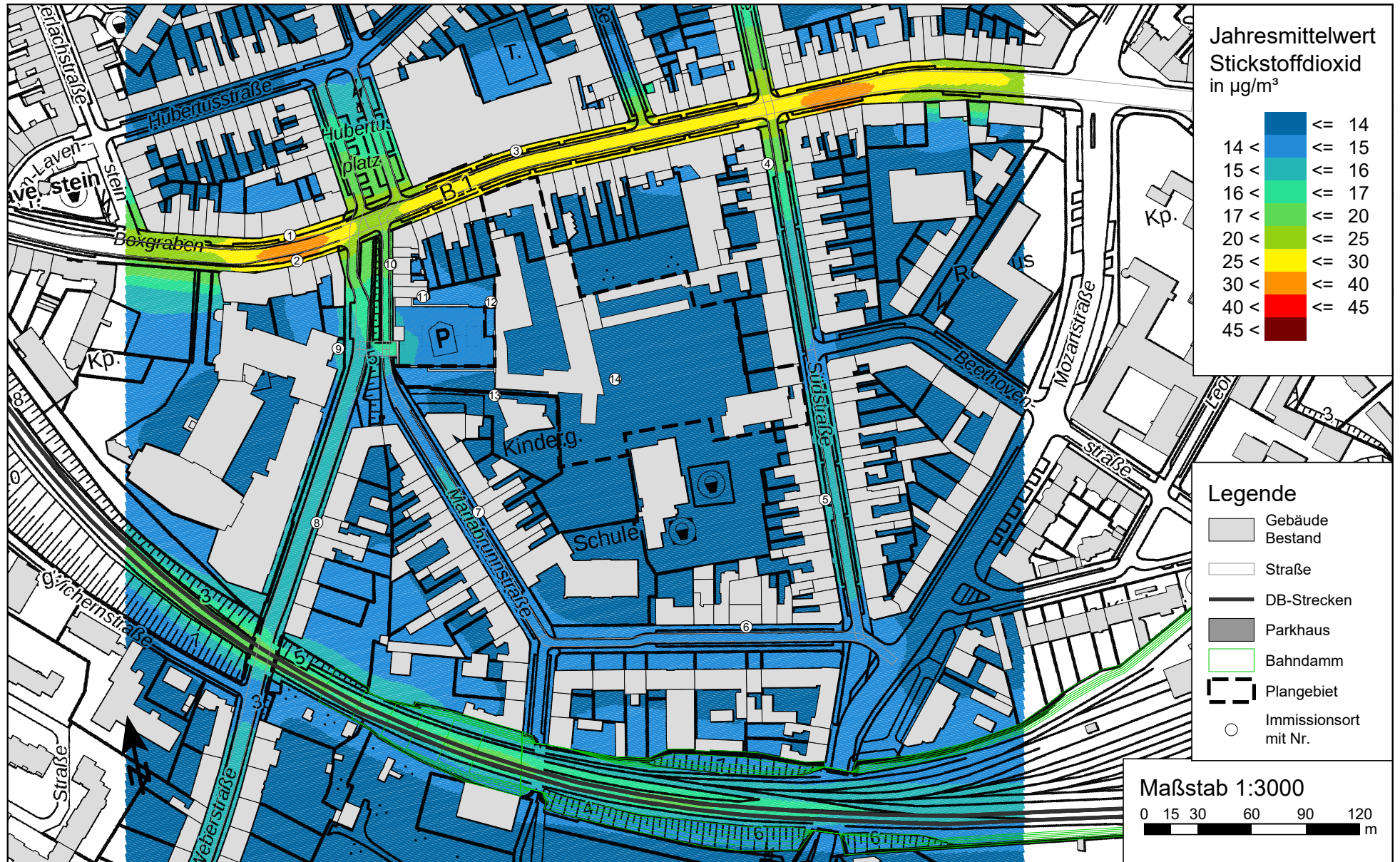




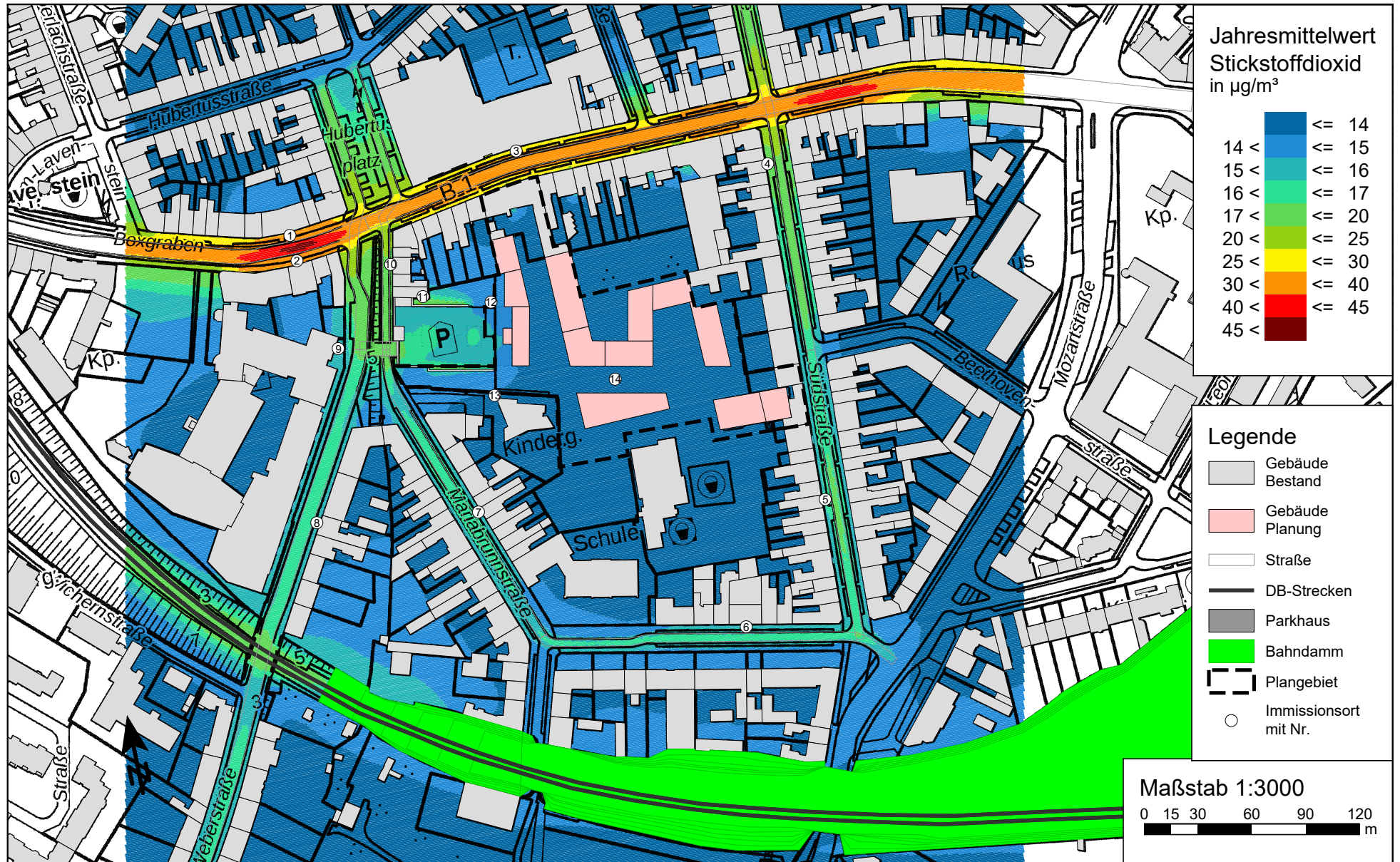
Anlage 5.1: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 für den "Nullfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 13,0 µg/m<sup>3</sup>  
Grenzwert 39. BImSchV: 40,0 µg/m<sup>3</sup>



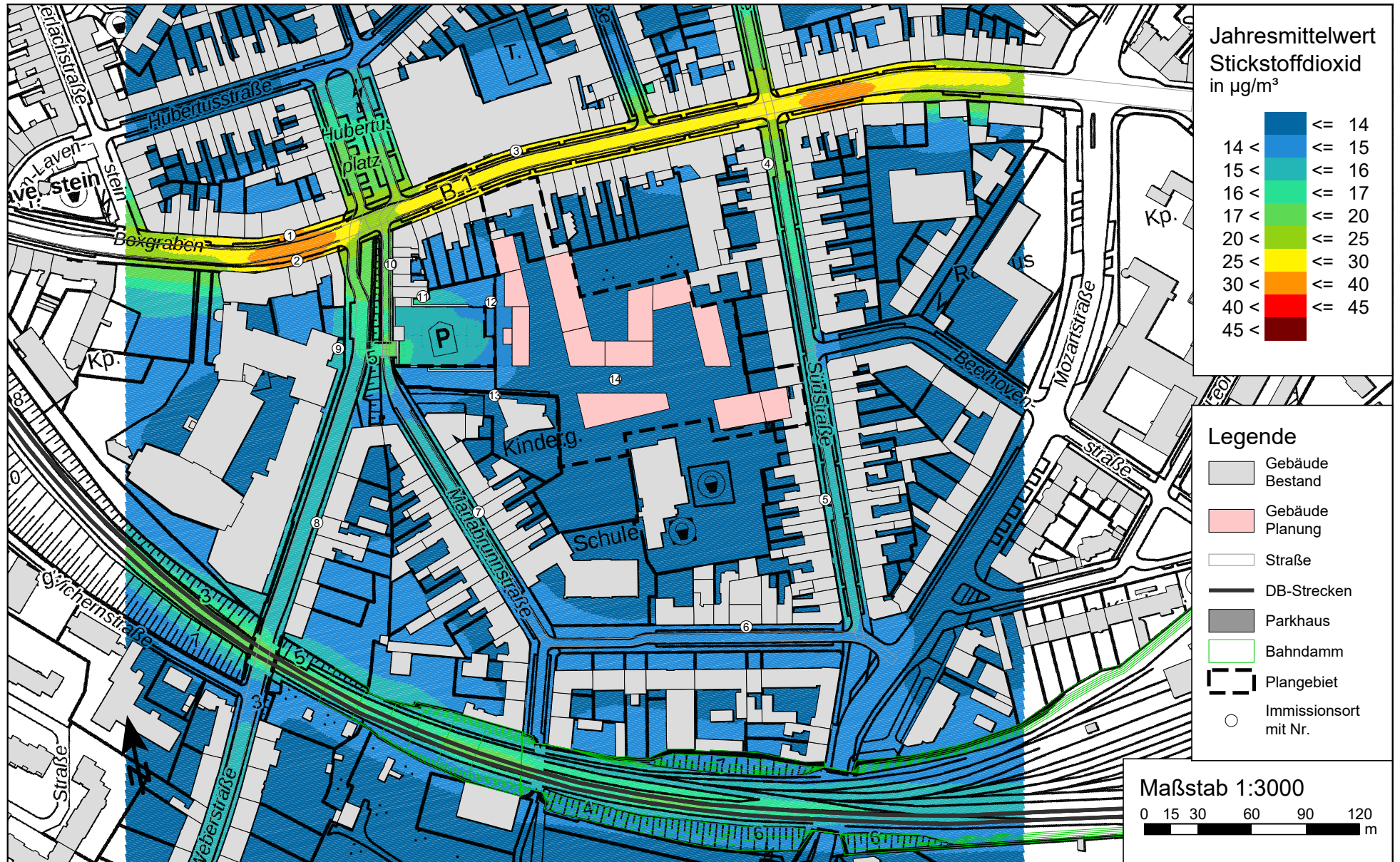
Anlage 5.2: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Nullfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 13,0 µg/m<sup>3</sup> - Grenzwert 39. BImSchV: 40,0 µg/m<sup>3</sup>



Anlage 5.3: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 13,0 µg/m<sup>3</sup>  
Grenzwert 39. BImSchV: 40,0 µg/m<sup>3</sup>



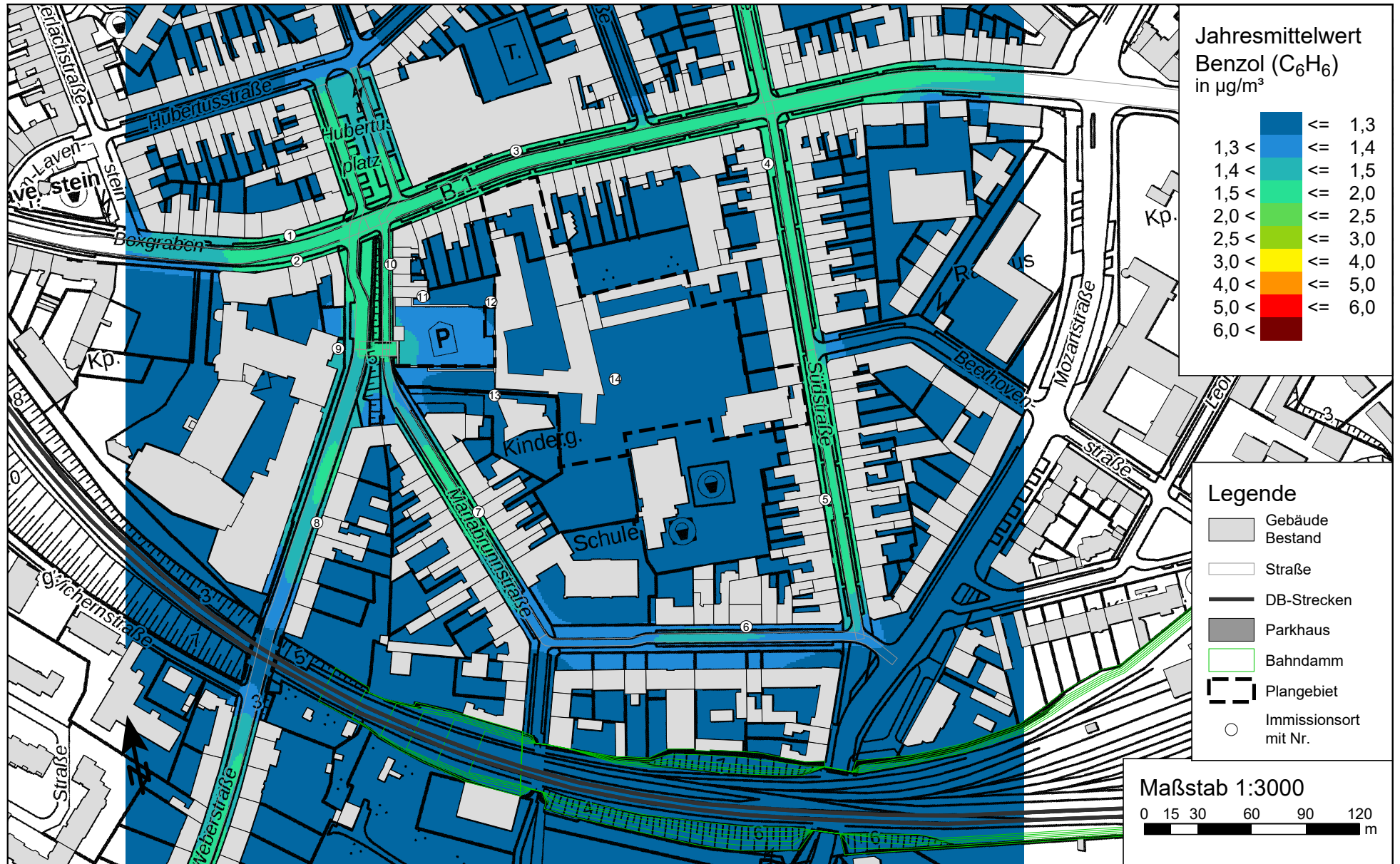
Anlage 5.4: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 13,0 µg/m<sup>3</sup> - Grenzwert 39. BImSchV: 40,0 µg/m<sup>3</sup>



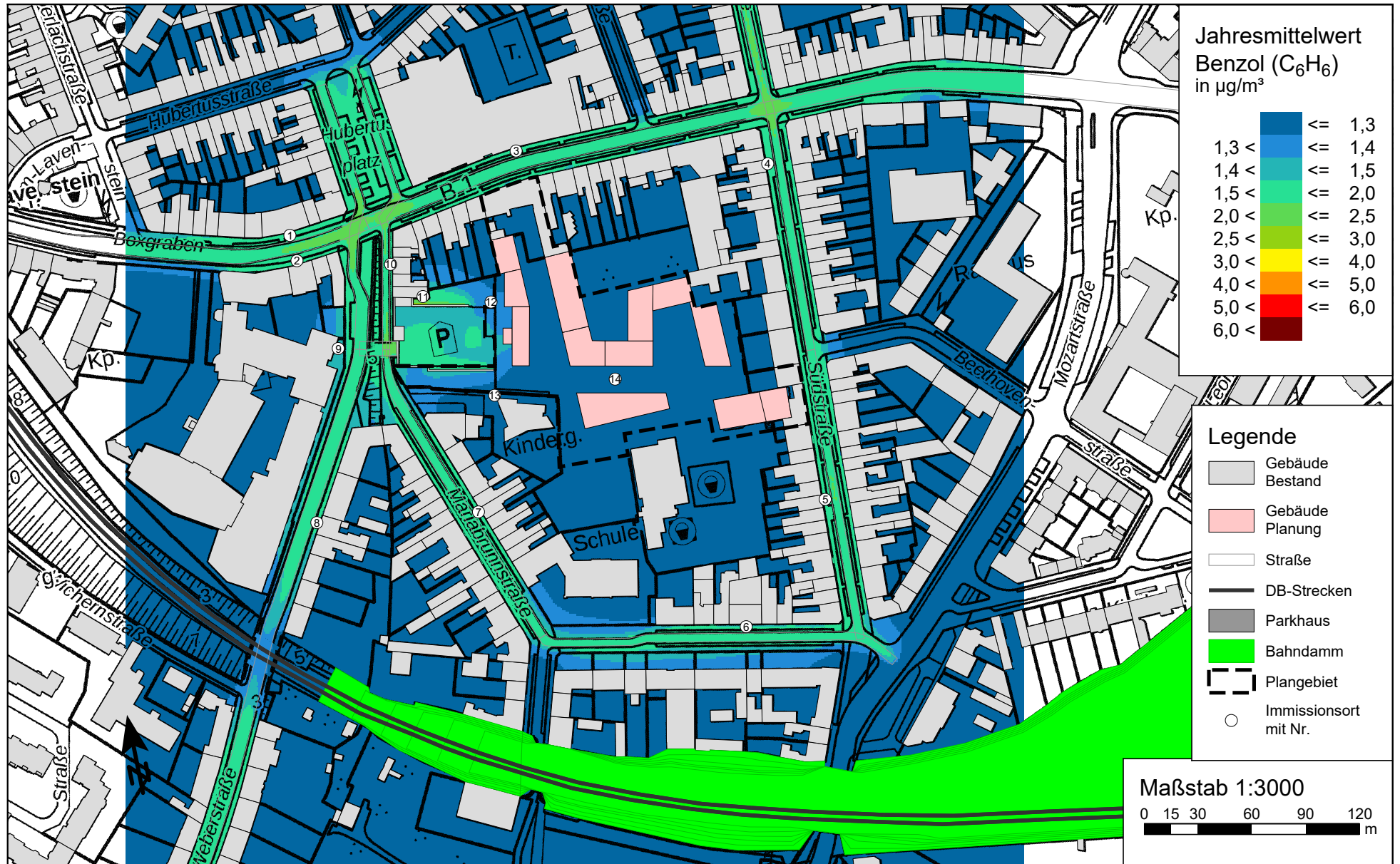
Anlage 6.1: Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Nullfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 1,2 µg/m<sup>3</sup>  
Grenzwert 39. BImSchV: 5,0 µg/m<sup>3</sup>



Anlage 6.2: Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Nullfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 1,2 µg/m<sup>3</sup> - Grenzwert 39. BImSchV: 5,0 µg/m<sup>3</sup>



Anlage 6.3: Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert in Bodennähe h = 1,5 m für den "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 1,2 µg/m<sup>3</sup>  
Grenzwert 39. BImSchV: 5,0 µg/m<sup>3</sup>



Anlage 6.4: Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) Gesamtbelastung Jahresmittelwert auf Höhe der Halbebene 4 mit den höchsten Emissionen des Parkhauses für den "Planfall 2023" mit einer Hintergrundbelastung von 1,2 µg/m<sup>3</sup> - Grenzwert 39. BImSchV: 5,0 µg/m<sup>3</sup>

