

Luftschadstoffuntersuchung zur geplanten Errichtung eines Drogenhilfezentrums an der Schwertstraße 80 in Krefeld

Bericht VL 8886-2 vom 09.03.2022

Auftraggeber: Stadt Krefeld – Der Oberbürgermeister
Fachbereich Stadt- und Verkehrsplanung
Abteilung Bauleitplanung
Parkstraße 10
47829 Krefeld

Bericht-Nr.: VL 8886-2

Datum: 09.03.2022

Ansprechpartner/in: Frau Röhling

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 36 Seiten,
davon 31 Seiten Text und 5 Seiten Anlagen.

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

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

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

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

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

Pestalozzistraße 3
10625 Berlin
Tel. +49 30 92 100 87 00
Fax +49 30 92 100 87 29
berlin@peutz.de

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

Geschäftsführer:

Dr. ir. Martijn Vercammen
ir. 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
Eindhoven, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B

peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	4
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	6
3	Beurteilungsgrundlagen.....	10
4	Örtliche Gegebenheiten.....	12
5	Ermittlung der Schadstoffemissionen.....	13
5.1	Straßenverkehr.....	13
5.1.1	Eingangsdaten.....	14
5.1.1.1	Verkehrsdaten.....	14
5.1.1.2	Verkehrssituation und Störungsgrad.....	14
5.1.1.3	Flottenzusammensetzung.....	16
5.1.1.4	Längsneigung.....	17
5.1.1.5	Kaltstartzuschläge.....	17
5.1.2	Zusammenfassende Dokumentation der Eingangsdaten.....	18
5.1.3	Ergebnisse der Emissionsberechnung.....	18
6	Weitere Eingangsdaten und Modellbildung.....	19
6.1	Meteorologiedaten.....	19
6.2	Hintergrundbelastung.....	19
6.2.1	Zusatzbelastung durch Industrie und Hausbrand.....	21
6.2.2	Gesamthintergrundbelastung.....	22
6.3	Berechnungsmodell.....	22
7	Durchführung der Immissionsprognose.....	24
7.1	Allgemeine Hinweise.....	24
7.2	Vorgehensweise Bildung NO ₂ -Gesamtbelastung.....	24
7.3	Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen.....	25
7.4	Ergebnisdarstellungen.....	25
8	Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen.....	26
8.1	Stickstoffdioxid (NO ₂).....	26
8.2	Feinstaub (PM ₁₀ und PM _{2,5}).....	27
9	Zusammenfassung.....	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Auszug Immissionsgrenzwerte (fett gedruckt) der verkehrsrelevanten Luftschadstoffe gemäß 39. BImSchV [6].....	11
Tabelle 5.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1 [5].....	15
Tabelle 6.1: Herleitung der im Untersuchungsgebiet angesetzten Hintergrundbelastung aus den EU-Jahreskenngößen der LUQS-Messstationen Mülheim-Styrum, Ratingen-Tiefenbroich und Duisburg-Walsum der Jahre 2018 – 2020 [30] – [32].....	21
Tabelle 6.2: Zusatzbelastungen durch die Industrie und den Hausbrand innerhalb des Untersuchungsraums als Jahresmittelwerte mit Bezugsjahr 2010 [35].....	22
Tabelle 6.3: Gesamtluftschadstoffvorbelastung und Bezugsjahr.....	22
Tabelle 8.1: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentration (NO ₂) in einer Höhe von 1,5 m über Grund an ausgewählten Immissionsorten im Planfall.....	26
Tabelle 8.2: Überschreitungswahrscheinlichkeit des Auftretens von mehr als 18 Stunden mit 1-h Mittelwert Stickstoffdioxid (NO ₂) über 200 µg/m ³	27

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Krefeld plant die Errichtung eines Drogenhilfeszentrums (DHZ) in einem städtischen Gebäude an der Schwertstraße 80, für welches ursprünglich Pläne einer Nutzung als Kita bestanden [1]. Für die Umnutzung ist eine Änderung des geltenden Bebauungsplans Nr. 459 „Hansastr./ Mariannenstr./ Schwertstr./ beiders. Philadelphiastr./ Voltstr./ Bundesbahn“ erforderlich. Das Änderungsverfahren wird derzeit von der Stadt verfolgt [2].

Zur Beurteilung der zu erwartenden Luftqualität im Plangebiet wird eine lufthygienische Untersuchung mit Luftschadstoffausbreitungsberechnungen für den kritischen Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO_2) und darauf gestützten, verbalargumentativen Aussagen zum Luftschadstoff Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) durchgeführt.

Die Berechnungen werden mit der Version 6.3 des prognostischen Windfeld- und Ausbreitungsmodells MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell) [3] durchgeführt.

Die Emissionen des Straßenverkehrs werden auf Grundlage des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) bestimmt. Seit dem 31.01.2022 liegt die Version 4.2 [4] des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) vor. Da dieses aufgrund von notwendigen Softwareanpassungen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens noch nicht verwendbar ist, werden die Emissionen des Straßenverkehrs noch auf Grundlage des Handbuchs für Emissionsfaktoren in der Version 4.1 [5] bestimmt.

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

Die berechneten Immissionen werden mit den Grenzwerten der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) [6] verglichen und beurteilt.

Die Konzentrationen weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich, wie z. B. Benzol (C_6H_6), Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO_2) und Kohlenmonoxid (CO) liegen heute aufgrund der bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen auch an höchst belasteten „Hot Spots“ deutlich unterhalb gesundheitsbezogener Grenz- und Richtwerte. Sie werden daher nicht weiter betrachtet.

Laut Auftraggeber ist die Inbetriebnahme des DHZ zum Ende des Jahres 2022 geplant. Als Prognosejahr der Luftschadstoffuntersuchung wird vor dem Hintergrund, dass gemäß 39. BImSchV jahresmittlere Luftschadstoffbelastungen beurteilt werden, das Jahr 2023 als frühestmögliches repräsentatives Betriebsjahr des DHZ verwendet.

Es wird nachfolgend der

Planfall: Bebauungssituation nach Realisierung des DHZ; Verkehrsmengen
gemäß Straßenverkehrszählung Krefeld 2017 [7]; Emissionsfaktoren
und Flottenzusammensetzung für das Jahr 2023

unter Berücksichtigung der großräumigen Hintergrundbelastung untersucht.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[1] Stadt schlägt Standort Schwertstraße für Drogenhilfezentrum vor	Stadtverwaltung Krefeld; https://www.krefeld.de/de/inhalt/stadt-schlaegt-standort-schwertstrasse-fuer-drogenhilfezentrum-vor/	Lit. 11/01/2022
[2] Drogenhilfezentrum	Stadtverwaltung Krefeld; https://www.krefeld.de/drogenhilfezentrum	Lit. 14/02/2022
[3] MISKAM Handbuch Version 6	giese-eichhorn – umweltmeteorologische Software	Lit. 2011
[4] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit. 01/2022
[5] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit. 09/2019
[6] 39. BImSchV 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen	Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil I Nr. 40 vom 05.08.2010, Seite 1065 ff	V 08/2010
[7] Straßenverkehrszählung als Grundlage für die Lärmkartierung Stufe 3 Gesamtstädtische Verkehrszählung Krefeld 2017	IGS Ingenieurgesellschaft Stolz mbH	Lit. 19/07/2017
[8] EG-Richtlinie 96/62/EG EG-Richtlinie über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 296 vom 21.11.1996, Seite 55	V 09/1996
[9] EG-Richtlinie 1999/30/EG EG-Richtlinie über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (1. Tochterrichtlinie),	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 163 vom 29.06.1999, Seite 41, geändert durch Entscheidung 2001/744/EG vom 17.10.2001	V 04/1999
[10] EG-Richtlinie 2000/69/EG EG-Richtlinie über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (2. Tochterrichtlinie)	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 313 vom 13.12.2000, Seite 12	V 11/2000
[11] EG-Richtlinie 2002/3/EG EG-Richtlinie über den Ozongehalt in der Luft (3. Tochterrichtlinie)	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 67 vom 09.03.2002, Seite 14	V 03/2002

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[12] EG-Richtlinie 2008/50/EG EG-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 152 vom 11.06.2008	V	06/2008
[13] EG-Richtlinie 2004/107/EG EG-Richtlinie über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (4. TR)	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 23 vom 26.01.2005, Seite 2	V	01/2005
[14] Handbuch IMMISem/luft/lärm zur Version 8	IVU Umwelt GmbH	Lit.	12/2019
[15] PC-Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung RLuS 2012, Ausgabe 2020, Abb. 1	IVU Umwelt GmbH	Lit.	2020
[16] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	07/2014
[17] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	04/2017
[18] KBA-Zulassungsstatistik des Zulassungsbezirkes Krefeld,	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: https://www.geoportal.nrw/	P	Datenstand: 01/01/2021
[19] Lkw-Verkehrsverbot und Umweltzone Krefeld – Stadtkarte 1:20.000	Stadt Krefeld: https://www.krefeld.de/C1257CB001F275F/files/strklassif_lkw-verbot_druckbogen_cmyk_2015_09_09.pdf/\$file/strklassif_lkw-verbot_druckbogen_cmyk_2015_09_09.pdf?OpenElement	P	Stand: 01/09/2015
[20] Digitales Geländemodell NW Gitterweite 1 m des Untersuchungsgebietes	Landesregierung Nordrhein-westfalen: https://www.geoportal.nrw/	P	Datenstand: 10/02/2022
[21] VDI 3782, Blatt 7 Kfz-Emissionsbestimmung	Kommission Reinhaltung der Luft, Kfz-Emissionsbestimmung	RIL	05/2020
[22] Zeitreihe der Windrichtung und -geschwindigkeit der Jahre 2010 – 2019 der DWD-Station Düsseldorf-Flughafen	Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/historical	P.	Abgerufen: 24/03/2020
[23] Bericht zum Luftqualitätsmodell Krefeld - Grobscreening	iMA Cologne GmbH	Lit.	02/2007

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[24] Bericht zum Luftqualitätsmodell Krefeld – Feinscreening für 12 ausgewählte Gebiete innerhalb des Stadtgebietes von Krefeld	iMA Cologne GmbH	Lit.	01/2009
[25] Messorte der Luftqualitätsüberwachung in NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/messorte-und-werte	Lit.	Abgerufen: 30/09/2021
[26] EU-Jahreskenngößen der LUQS-Messstationensystems des LANUV NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/berichte-und-trends/jahreskenngroessen-und-jahresberichte	Lit.	Erhebungsjahre: 2000 -2020
[27] Luftreinhalteplan Krefeld	Bezirksregierung Düsseldorf	Lit.	i.d.F. vom 30/09/2010
[28] Luftqualität 2020: Nur noch wenige Städte über Stickstoffdioxid-Grenzwert – Corona-Pandemie beeinflusste Luftqualität nur leicht	Umweltbundesamt https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/luftqualitaet-2020-nur-noch-wenige-staedte-ueber	Lit.	02/2021
[29] Auswirkung der Covid-19-Schutzmaßnahmen auf die Luftschadstoffkonzentration – LANUV-Fachbericht 109	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz; www.lanuv.nrw.de	Lit.	03/2021
[30] EU-Jahreskenngößen der LUQS-Messstationen Mülheim-Styrum, Ratingen-Tiefenbroich und Duisburg-Walsum des LANUV NRW für das Jahr 2018	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immissionen/ber_trend/EU-Kenngroessen_2018-V-2019-04-08.pdf	Lit.	Datenstand: 08/04/2019
[31] EU-Jahreskenngößen der LUQS-Messstationen Mülheim-Styrum, Ratingen-Tiefenbroich und Duisburg-Walsum des LANUV NRW für das Jahr 2019	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immissionen/ber_trend/EU-Kenngroessen_2019-V-2020-03-19.pdf	Lit.	Datenstand: 25/02/2020

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[32] EU-Jahreskenngößen der LUQS-Messstationen Mülheim-Styrum, Ratingen-Tiefenbroich und Duisburg-Walsum des LANUV NRW für das Jahr 2020	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immissionen/ber_trend/EU-Kenngroessen-2020-V-2021-03-04.pdf	Lit.	Datenstand: 04/03/2021
[33] Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG (Text von Bedeutung für den EWR), ABl. L 344 vom 17.12.2016, S. 1–31	Amtsblatt der Europäischen Union	RIL	12/2016
[34] Emissionsdaten der Industrie und des Hausbrandes in Krefeld der Jahre 1999, 2000 und 2004	iMA Cologne GmbH, zur Verfügung gestellt durch das Umweltamt der Stadt Krefeld	Lit.	Erhebungsjahre: 1999, 2000, 2004
[35] Datenexport der Immissionskarten des Grobscreenings für das Stadtgebiet Krefeld	iMA Cologne GmbH, zur Verfügung gestellt durch das Umweltamt der Stadt Krefeld	P	Bezugsjahr: 2010
[36] 3D-Gebäudemodell LoD2 (CityGML)	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW: https://www.geoportal.nrw/	P	Datenstand: 21/07/2021
[37] Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz, Anwendung, 3. Teilbericht	IVU Umwelt GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes	Lit.	07/2002

Kategorien:

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

3 Beurteilungsgrundlagen

In der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung sind die sich aus der Änderung des Bebauungsplans Nr. 459 ergebenden Luftschadstoffimmissionen in Krefeld zu untersuchen. Grundlage der Bewertung bildet dabei ein Vergleich der prognostizierten Schadstoffimmissionen für verschiedene Luftschadstoffe mit den vom Gesetzgeber festgelegten Immissionsgrenzwerten.

Im Rahmen der Harmonisierung der europäischen Normen und Richtlinien sind europaweit Rahmenrichtlinien zur Ermittlung und Beurteilung der Luftqualität festgesetzt worden. Grundlage hierfür ist die Luftqualitätsrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft Nr. 96/62/EG vom 27.09.1996 [8]. Die darin beschriebenen Ziele und Prinzipien werden in z.z. vier „Tochterrichtlinien“ präzisiert.

Seit dem 11.06.2008 sind die Luftqualitätsrahmenrichtlinie [8] und die ersten drei Tochterrichtlinien [9] – [11] zur „Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ [12] zusammengefasst worden. Hierin wurden die bisherigen Immissionsgrenzwerte bestätigt und ein neuer Zielwert für Feinstaub ($PM_{2,5}$) eingeführt.

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

Im Jahr 2007 wurden die Immissionsgrenzwerte der vierten Tochterrichtlinie [13] (z. B. für Ozon) in die 22. BImSchV mitaufgenommen. Diese wurden bisher in der 23. BImSchV festgelegt. Durch die Integration dieser Grenzwerte in die 22. BImSchV wurde die 23. BImSchV 2006 aufgehoben.

Mit Einführung der 39. BImSchV [6] „39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen)“ am 02.08.2010 erfolgte dann die Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht. Die 39. BImSchV hebt weiterhin die 22. sowie 33. BImSchV auf. Mit Ausnahme der neuen Ziel- und Grenzwerte für Feinstaub ($PM_{2,5}$) ergeben sich für die übrigen Grenzwerte gegenüber der 22. und 33. BImSchV keine Veränderungen.

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

Tabelle 3.1: Auszug Immissionsgrenzwerte (**fett gedruckt**) der verkehrsrelevanten Luftschadstoffe gemäß 39. BImSchV [6].

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

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

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

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

Die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV [6] zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden dabei gemäß Anlage 3 Punkt A.2.c der 39. BImSchV an folgenden Orten nicht beurteilt:

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

4 Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet befindet sich im Stadtteil Cracau in Krefeld-Mitte und liegt innerhalb des Geltungsbereiches des Bebauungsplans Nr. 459. Es grenzt im Norden an die Schwertstraße und im Westen an die Philadelphiastraße. Während sich südlich des Plangebiets ein Hotel und der Knotenpunkt Philadelphiastraße / Bahnstraße / Voltastraße / Hansastraße befindet, grenzt im Osten Mischbebauung aus Wohnen und Gewerbe an. Südlich des Plangebiets verlaufen zudem in etwa 200 m Entfernung die Bahngleise zwischen dem Hauptbahnhof und dem Bahnbetriebswerk Krefeld.

Das Gebäude Schwertstraße 80 war ursprünglich als Kitastandort vorgesehen [1] und beherbergt derzeit ein Diagnosezentrum [2]. Für die Errichtung des DHZ sollen diese Nutzungen an anderen Standorten realisiert werden bzw. an diese umziehen[1], [2]. Die Realisierung des Planvorhabens wirkt sich nicht auf die äußere Kubatur des Gebäudes Schwertstraße 80 aus, sodass diese wie im Bestand erhalten bleibt.

Anlage 1 zeigt einen Übersichtslageplan der Umgebung des Planvorhabens.

5 Ermittlung der Schadstoffemissionen

5.1 Straßenverkehr

Die Berechnung der Straßenverkehrsemissionen erfolgt mithilfe des Emissionsprogramms IMMIS^{em} in der Version 8.001 [14]. Das Emissionsprogramm verwendet hierbei die im Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) Version 4.1 [5] hinterlegten Emissionsfaktoren.

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

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

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

Die Ergebnisse können in unterschiedlichem Detaillierungsgrad abgefragt werden:

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

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

5.1.1 Eingangsdaten

5.1.1.1 Verkehrsdaten

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

Die DTV-Werte und sNfz-Anteile für das dem Plangebiet umliegende Straßennetz in der zu berechnenden Planfallvariante wurden dem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Bericht zur gesamtstädtischen Verkehrszählung für Krefeld aus dem Jahr 2017 [7] entnommen. INfz wurden in dieser Verkehrszählung nicht gesondert erfasst, sodass für diese keine Daten vorliegen. Die benötigten INfz-Anteile wurden daher gemäß Daten des Emissionsberechnungsmodells TREMOD des Umweltbundesamtes [15] für alle betrachteten Straßenabschnitte auf 9,4 % gesetzt.

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“, d. h. Stau mit Durchschnittsgeschwindigkeiten von 5 bis 10 km/h) sowie städtische Hauptverkehrsstraßen mit Geschwindigkeitsbegrenzungen auf 30 km/h.

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

Die sich hieraus ergebenden möglichen Verkehrssituationen des HBEFA 4.1 sind in Tabelle 5.1 dargestellt.

Tabelle 5.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1 [5].

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

Für die mit einem Kreuz markierten Verkehrssituationen liegen Emissionsfaktoren vor.

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

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

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

die Kapazitäten bei deren Überschreitung die Verkehrsqualität in den nächsten LOS wechselt.

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

Für Tagesgänge stehen die vier standardisierten Tagesgänge „small peak“, „doublepeak“, „wide peak“ und „no peak“ zur Verfügung. Diese beschreiben im Wesentlichen das Auftreten keiner, einer oder zweier ausgeprägter Verkehrsspitzen im Tagesverlauf. Im Falle von Einfall- und Ausfallstraßen einer Stadt sind diese Tagesgänge, falls keine ausgeprägte Doppelspitze vorliegt, den 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^{em} automatisiert berechnet. Die in HBEFA 4.1 neu hinzugekommene LOS-Stufe „heavy stop+go“ wird hierbei berücksichtigt, indem zwei Drittel des gesamten stop+go-Anteils dem LOS 4 (stop+go) und ein Drittel dem LOS 5 (heavy stop+go) zugewiesen wird.

5.1.1.3 Flottenzusammensetzung

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

Die Zusammensetzung der PKW-Flotte im Plangebiet und dem umliegenden Straßennetz wird vor allem von dem regionalen Fahrzeugbestand bestimmt. Bei der Emissionsberechnung für die PKW und die leichten Nutzfahrzeuge wurde daher nicht auf den im HBEFA 4.1 hinterlegten mittleren bundesdeutschen Flottenmix „REF D HB41“, sondern auf die lokale Zulassungsstatistik (unterteilt nach Euro-Abgasgrenzwerten) für den Zulassungsbezirk Krefeld mit Stand 01.01.2021 [18] zurückgegriffen.

Die in dieser Statistik enthaltenen Werte wurden anschließend in Anlehnung an die im HBEFA 4.1 enthaltene Flottenentwicklung auf den Prognosehorizont 2023 hochgerechnet. Da der Anteil einer Fahrzeuggruppe an den gemeldeten Fahrzeugen in der Regel nicht deren Anteil an der jährlichen Fahrleistung entspricht, wurden die Zulassungsstatistiken mit den im HBEFA hinterlegten Fahrleistungsanteilen normiert.

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

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Krefelder Umwelt- und Lkw-Fahrverbotszone, die seit dem 31.07.2012 nur noch von Fahrzeugen mit grüner Schadstoffplakette (auch Feinstaubplakette genannt) befahren werden darf [19]. Zur Berücksichtigung der Fahrzeugzusammensetzung innerhalb der Umweltzone wurden aus dem 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 2 %-Schritten von -6 % bis +6 % vor. In IMMIS^{em} kann die Neigung mit einer Nachkommastelle angegeben werden. Der entsprechende Emissionsfaktor wird, falls die Neigung innerhalb des Wertebereichs des HBEFA liegt, mithilfe der im HBEFA hinterlegten Stützstellen interpoliert und, falls die Neigung außerhalb des Wertebereichs liegt, extrapoliert.

Die Längsneigung der Straßen im Untersuchungsgebiet wurde mithilfe eines hochauflösenden digitalen Geländemodells (DGM) [20] überprüft und bei der Emissionsberechnung berücksichtigt.

5.1.1.5 Kaltstartzuschläge

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

Je nach Standzeit, Außentemperatur und Fahrstrecke (z. B. nur innerstädtisch, oder nach kurzer Zeit auf der Autobahn) ist die Betriebstemperatur nach kürzerer oder längerer Zeit

bzw. Fahrstrecke erreicht. Die Differenz zwischen den erhöhten Emissionen während des Erreichens der Betriebstemperatur und den Emissionen im betriebswarmen Zustand wird als Kaltstartzuschlag bezeichnet. Maßgeblich für den erhöhten Luftschadstoffausstoß ist die Aufheizphase des Katalysators, welcher erst nach der Aufheizphase seine vollständige Reinigungsleistung erreicht.

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

Das HBEFA stellt Kaltstartzuschläge in [g/Start] differenziert nach Luftschadstoffen und Emissionskonzepte und weiter aufgeteilt nach Fahrtweite, Standzeit und Temperatur zur Verfügung. Für das Emissionsmodell IMMIS^{em} wurden diese gemäß VDI 3782 Blatt 7 von Mai 2020 [21] und den neuen Kaltstartzu- bzw. abschlägen aus dem HBEFA 4.1 [5] basierend auf typisierten Fahrtweitenverteilungen, Standzeitenverteilungen, Verkehrsverteilungen und Temperaturganglinien in Gramm pro Kilometer umgerechnet. Hieraus ergeben sich jeweils Kaltstartfaktoren für die drei funktionalen Straßentypen „Wohn-; residential“, „Geschäfts-; commercial“ und „Einfallstraßen; radial Streets“.

5.1.2 Zusammenfassende Dokumentation der Eingangsdaten

In Anlage 2 sind die wichtigsten Eingangsparameter für die Emissionsberechnung der Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet für den Planfall tabellarisch aufgeführt. Die räumliche Einordnung der aufgelisteten Straßenabschnitte kann mit dem Lageplan in Anlage 3 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 den Schadstoff NO_x mit dem Emissionsprogramm IMMIS^{em} für den Planfall mit dem Prognosehorizont 2023 berechnet.

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung sind in Anlage 2 aufgeführt.

6 Weitere Eingangsdaten und Modellbildung

6.1 Meteorologiedaten

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

Für die vorliegende Untersuchung wurden Messwerte der Windrichtung und Windgeschwindigkeit der DWD-Station Düsseldorf-Flughafen aus den Jahren 2010 – 2019 [22] verwendet. Die Station liegt etwa 14 km südöstlich des Untersuchungsgebietes und gibt gemäß Umweltamt der Stadt Krefeld auf Grund ihrer räumlichen Nähe und des 10-jährigen Messzeitraums sehr gut die langjährigen übergeordneten Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet wieder. Die Daten der DWD-Station Düsseldorf-Flughafen wurden zudem im Rahmen des für das gesamte Stadtgebiet Krefeld durchgeführten Luftschadstoffgrobscreenings [23] sowie Feinscreenings [24] für zwölf ausgewählte Bereiche verwendet.

Für die Immissionsprognose wurde die Messreihe mit jeweils 1-Stunden-Mittelwerten in Windrichtungssektoren à 10° ausgewertet und deren Häufigkeiten ermittelt. Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit ist in Anlage 4 dargestellt. Es dominieren südwestliche und – bedingt durch die Leitwirkung des Rheintals – südöstliche Windrichtungen bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3,9 m/s in 10 m Höhe.

6.2 Hintergrundbelastung

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

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

Messdaten zur (Hintergrund-)Belastung in NRW liegen durch das Luftqualitätsüberwachungssystem LUQS des LANUV NRW an einer Vielzahl von Messstationen vor [25]. Die statistischen Kenngrößen der verkehrsrelevanten Schadstoffe werden regelmäßig auf der Internetseite des LANUV NRW [26] veröffentlicht.

Zur Bestimmung der NO₂-Hintergrundbelastung wurde analog zum Luftreinhalteplan der Stadt Krefeld [27] auf Messwerte der letzten drei vollständig vorliegenden Messjahre der Stationen Mülheim-Styrum (STYR), Ratingen-Tiefenbroich (RAT2) und Duisburg-Walsum (WALS) zurückgegriffen.

Gemäß einer Veröffentlichung des Umweltbundesamtes von Februar 2021 [28] hat die Corona-Pandemie die Luftqualität in Deutschland im Jahr 2020 nur leicht beeinflusst, da sich der Verkehrsrückgang durch den Lockdown vor allem auf den Zeitraum von vier Wochen (23.3.2020 bis 19.4.2020) beschränkte. Für Stickstoffdioxid (NO₂) wird die Reduktion der 2020 gemessenen Jahresmittelwerte durch die Corona-Pandemie auf 1 µg/m³ beziffert. Somit ist der im Jahr 2020 deutschlandweit zu beobachtende, zum Teil deutliche Rückgang der NO₂-Belastung gegenüber den Vorgängerjahren nicht durch die Pandemie, sondern durch die Flottenentwicklung und weitere Luftreinhaltemaßnahmen begründet.

Ähnliches beschreibt eine Veröffentlichung des LANUV NRW von März 2021 [29]. Demnach zeigen die Auswertungen der Messwerte, dass „die Schutzmaßnahmen gegen die Covid-19-Pandemie im Jahr 2020 in NRW zeitweise eine deutliche Reduktion des Straßenverkehrs und der Immissionsbelastung durch Luftschadstoffe bewirkten. Der Effekt auf den Jahresmittelwert der Luftschadstoffbelastung ist eher gering, da die Phasen mit starken Verkehrsreduktionen nur wenige Wochen betrug und sich daher im Jahresmittelwert nur geringfügig auswirken.“

Nachfolgend werden daher auch die Messwerte des Jahres 2020 zur Ermittlung der Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet herangezogen. Zur Berücksichtigung des Einflusses der Corona-Pandemie wird dabei der Jahresmittelwert für NO₂ des Jahres 2020 um 1 µg/m³ angehoben. Die Hintergrundbelastung ist das arithmetische Mittel der Jahresmittelwerte 2018 – 2020 [30] – [32]. Tabelle 6.1 gibt einen Überblick über das Herleitungsverfahren.

In Zukunft ist aufgrund von politischen Vorgaben zur Emissionsminderung [33] von einer weiter allmählich zurückgehenden Hintergrundbelastung auszugehen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung auf eine Reduktion der Hintergrundbelastung im Prognosejahr 2023 verzichtet.

Tabelle 6.1: Herleitung der im Untersuchungsgebiet angesetzten Hintergrundbelastung aus den EU-Jahreskenngrößen der LUQS-Messstationen Mülheim-Styrum, Ratingen-Tiefenbroich und Duisburg-Walsum der Jahre 2018 – 2020 [30] – [32].

Messstation /Quelle	Jahr	JMW NO ₂ [µg/m ³]
Mülheim-Styrum (STYR)	2018	23
	2019	22
	2020	18 +1
Ratingen-Tiefenbroich (RAT2)	2018	24
	2019	23
	2020	20 +1
Duisburg-Walsum (WALS)	2018	26
	2019	25
	2020	22 +1
Mittelwert		22,9 (≅ 36,5 NO_x*)

* **Fettdruck** = in den Berechnungen verwendeter Hintergrundbelastungswert

6.2.1 Zusatzbelastung durch Industrie und Hausbrand

Zusätzlich zu der in Tabelle 6.1 dargestellten Hintergrundbelastung ist Zusatzbelastung durch Industrie und Hausbrand zu berücksichtigen.

Für diese liegen aus dem Grobscreening des Luftqualitätsmodells der Stadt Krefeld [23] Immissionsdaten für das gesamte Stadtgebiet von Krefeld mit einer genauen Positionsangabe und den Massenströmen für den Schadstoff Stickstoffdioxid vor [34].

Da sich fast alle Quellen außerhalb der Rechengebiete befinden, können sie nicht explizit im Modell berücksichtigt werden.

Um die Immissionen durch die Industrie und den Hausbrand als Zusatzbelastung deshalb implizit zu berücksichtigen, wurden die Daten der Immissionsberechnungen des Grobscreenings des Luftqualitätsmodells der Stadt Krefeld durch das Umweltamt der Stadt Krefeld als flächendeckende Rasterkarten der Zusatzbelastung separat für die verschiedenen Quellen und Luftschadstoffe zur Verfügung gestellt [35]. Diese Immissionsdaten liegen für Stickstoffoxide (NO_x) in einem 10 x 10 m² Raster als Zusatzbelastungen vor. Das Bezugsjahr für diese Daten ist das Jahr 2010.

Die aus der Auswertung der Rasterkarten der Zusatzbelastung innerhalb des inneren Rechengebietes hervorgehenden Zusatzbelastungen durch die Industrie und den Hausbrand sind in Tabelle 6.2 aufgelistet.

Tabelle 6.2: Zusatzbelastungen durch die Industrie und den Hausbrand innerhalb des Untersuchungsraums als Jahresmittelwerte mit Bezugsjahr 2010 [35].

Quelle	NO _x
Hausbrand	5,2 – 5,6
Industrie	2,5 – 3,3
Summe Maximalwerte	8,9

Im Sinne eines konservativen Ansatzes werden die in Tabelle 6.2 angegebenen Summen der Maximalwerte des Jahres 2010 unverändert für das Prognosejahr 2023 übernommen.

6.2.2 Gesamthintergrundbelastung

Die für das innere Rechengebiet angesetzte Gesamthintergrundbelastung, welche den modellierten Immissionen zugeschlagen wird, ist Tabelle 6.3 dargestellt. Sie ergibt sich aus der Summe der in Tabelle 6.1 und Tabelle 6.2 dargestellten Belastungen.

Tabelle 6.3: Gesamtluftschadstoffvorbelastung und Bezugsjahr.

Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO _x	NO ₂
Hintergrundbelastung 2018 – 2020 (für 2023) zuzüglich Industrie und Hausbrand aus dem Luftschadstoffscreening	45,4	26,8

6.3 Berechnungsmodell

Die Berechnung der Schadstoffimmissionen wurde mit dem Rechenmodell MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell, Version 6.3 von November 2013) [3] in der 64-Bit-Version durchgeführt. Dieses Ausbreitungsmodell wird an der Universität Mainz entwickelt bzw. weiterentwickelt und entspricht dem aktuellen Wissensstand der mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungssimulation.

Bei der Modellbildung wird das zu untersuchende Gebiet in quaderförmige Rechenzellen unterteilt. Durch Gebäude blockierte Zellen werden als Strömungshindernisse undurchlässig abgebildet, sodass ihr Einfluss berücksichtigt werden kann. Die Ergebnisdarstellung erfolgt für das Gebiet von Interesse, den Untersuchungsraum. Dieser ist durch das innere Rechengebiet definiert. Die Windfeldsimulation wird darüber hinaus auch für ein sogenanntes äußeres Rechengebiet durchgeführt, in welchem sich die Strömung durch den Einfluss der Gebäude zu einer städtischen Grenzschicht ausbildet. Des Weiteren wird durch die Verwendung des äußeren Rechengebiets die Unabhängigkeit der Modellergebnisse von Randeffekten gesichert.

Lage und Höhe der Bestandsbebauung wurden dem von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellten LOD2-Klötzchenmodell [36] entnommen. Da die Realisierung des Planvorhabens sich nicht auf die äußere Kubatur des Gebäudes Schwertstraße 80 auswirkt, war eine Anpassung der Bestandsbebauung für die Modellierung des Planfalls nicht erforderlich.

Ein Lageplan des Berechnungsmodells für den Planfall mit dem berücksichtigten Gebäudebestand ist in Anlage 3 dargestellt.

Das innere Rechengebiet hat eine Fläche von $480 \times 480 \text{ m}^2$ mit einem äquidistanten Raster von $1,5 \times 1,5 \text{ m}^2$, das äußere Rechengebiet hat eine Fläche von $1.290 \times 1.290 \text{ m}^2$.

In vertikaler Richtung besteht der Modellraum aus 39 mit zunehmender Höhe mächtiger werdenden Schichten bis zur Modelloberkante in 320 m Höhe. Die Schichten in Bodennähe werden hierbei gemäß den Anforderungen an die Modellentwicklung fein aufgelöst.

7 Durchführung der Immissionsprognose

7.1 Allgemeine Hinweise

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

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

Die Jahresmittelwerte der verkehrsbedingten Zusatzbelastungen werden durch Auswertung der Häufigkeiten der auftretenden Ereignisse (Kombination aus Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Emissionsbedingung) mit den berechneten Schadstoffimmissionen statistisch ermittelt. Auf diese Zusatzbelastung wird die Vorbelastung addiert, sodass sich die Gesamtbelastung ergibt, die mit den Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV verglichen wird.

7.2 Vorgehensweise Bildung NO₂-Gesamtbelastung

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

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

Die Einbindung dieser komplexen chemischen Vorgänge bei der Bestimmung der NO₂-Gesamtbelastung erfolgt im vorliegenden Fall mithilfe einer von der IVU Umwelt GmbH [37] abgeleiteten Regressionsbeziehung zwischen NO₂ und NO_x-Messwerten. Grundlage dieser Funktion sind ca. 45.000 jährlichen Immissionszeitreihen, welche nach den Stationstypen Land, Stadt und Verkehr differenziert wurden. Im Rahmen dieser Berechnungen erfolgte die Umwandlung der NO_x- in eine NO₂-Gesamtbelastung mithilfe der Regressionsfunktion des Typs „Stadt“.

7.3 Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen

Neben dem Grenzwert zum NO₂-Jahresmittelwert ist in der 39. BImSchV ein Kurzzeitgrenzwert für NO₂ definiert. Die 39. BImSchV sieht die Prüfung auf Überschreitung eines Stundenmittelwertes von 200 µg/m³ an maximal 18 Stunden im Jahr vor. Dies entspricht in etwa einem 99,8-Perzentil-Wert.

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

Statistische Auswertungen von Messwerten an Dauermessstationen [37] haben aber zu einer Formel geführt, mit deren Hilfe die Wahrscheinlichkeit, dass der Stundenmittelwert NO₂ von 200 µg/m³ an mehr als 18 Stunden im Jahr auftritt, abgeschätzt werden kann. Grundlage bildet der Jahresmittelwert der Stickoxidmissionen (NO_x). Dieses Verfahren wird im vorliegenden Fall angewendet.

7.4 Ergebnisdarstellungen

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

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

8 Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen

8.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die aus den Berechnungen für den Planfall und das Prognosejahr 2023 hervorgehenden jahresmittleren Immissionsbelastungen für Stickstoffdioxid (NO₂) in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 5I dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.1 die berechneten NO₂-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten in dieser Höhe.

Tabelle 8.1: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentration (NO₂) in einer Höhe von 1,5 m über Grund an ausgewählten Immissionsorten im Planfall.

Immissionsort		Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Stickstoffdioxid (NO ₂)	
Nr.	Beschreibung	IGW JMW	Planfall 2023
1	Philadelphiastraße 73	40	36,2
2	Philadelphiastraße 62		36,9
3	Philadelphiastraße 35		31,3
4	Philadelphiastraße 32		32,8
5	Schwertstraße 80		30,1
6	Hansastraße 20		30,3
7	Hansastraße 25		29,6
8	Hansastraße 2		28,9
9	Bahnstraße 41		37,3
10	Bahnstraße 22		37,7

Die Ergebnisse für den Planfall zeigen, dass die höchsten Immissionsbelastungen entlang der Bahnstraße östlich der Vereinsstraße sowie entlang der Philadelphiastraße nördlich der Schwertstraße prognostiziert werden. Die relativ hohen Konzentrationen hier sind auf die hohe Verkehrsbelastung in Kombination mit einer aufgrund des recht engen Straßenquerschnitts und der dichten Randbebauung verminderten Belüftung zurückzuführen.

Die höchste Immissionsbelastung an einem Gebäude tritt mit einer NO₂-Konzentration von 37,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Immissionsort 10 (Bahnstraße 22) auf. Am Plangebäude Schwertstraße 80 (Immissionsort 5) beträgt die Immissionsbelastung durch NO₂ maximal 30,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und tritt an der der Philadelphiastraße zugewandten Seite des Gebäudes auf.

Der Grenzwert zum NO₂-Jahresmittelwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wird somit nach Realisierung des Planvorhabens im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten.

Neben der jahresmittleren NO₂-Belastung ist in der 39. BImSchV zusätzlich ein Grenzwert für kurzzeitige NO₂-Belastungsspitzen definiert. Demnach darf ein Stundenmittelwert von

200 µg/m³ an nicht mehr als 18 Stunden im Jahr überschritten werden. Ausgehend von den berechneten NO_x-Gesamtbelastungen beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Grenzwert nicht eingehalten wird, im Planfall maximal 3,1 % (vgl. Tabelle 8.2 und Kapitel 7.3).

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

Immissionsort		Wahrscheinlichkeit von mehr als 18 zulässigen Überschreitungen des 1-h Mittelwertes von 200 µg/m ³ NO ₂ pro Jahr in %
Nr.	Beschreibung	Planfall 2023
1	Philadelphiastraße 73	2,8
2	Philadelphiastraße 62	2,9
3	Philadelphiastraße 35	2,0
4	Philadelphiastraße 32	2,2
5	Schwertstraße 80	1,8
6	Hansastraße 20	1,8
7	Hansastraße 25	1,8
8	Hansastraße 2	1,7
9	Bahnstraße 41	3,0
10	Bahnstraße 22	3,1

Auswertungen von Messergebnissen an Verkehrsmessstationen des LANUV NRW [26] zeigen, dass in den letzten Jahren auch bei NO₂-Jahresmittelwerten mit deutlich höheren Konzentrationen als im vorliegenden Fall für das Untersuchungsgebiet ermittelt, das Kurzzeitkriterium der 39. BImSchV in ganz NRW eingehalten wurde. Daher kann davon ausgegangen werden, dass in der Realität das Kurzzeitkriterium der 39. BImSchV im gesamten Untersuchungsgebiet sicher eingehalten wird.

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

8.2 Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5})

Neben den Grenzwerten für die NO₂-Belastung sind in der 39. BImSchV Grenzwerte für den verkehrsrelevanten Luftschadstoff Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) definiert. Für PM₁₀ darf ein Jahresmittelwert von 40 µg/m³ nicht überschritten werden, während für PM_{2,5} der jahresmittlere Grenzwert 25 µg/m³ beträgt. Hinsichtlich PM₁₀ darf des Weiteren ein Tagesmittelwert von 50 µg/m³ an nicht mehr als 35 Tagen überschritten werden.

Auswertungen von Messergebnissen an Stationen des LANUV NRW [26] zeigen, dass bei Einhaltung des NO₂-Jahresmittelwertes auch die Grenzwerte für PM₁₀ und PM_{2,5} eingehalten werden.

Es kann daher im vorliegenden Fall sicher davon ausgegangen werden, dass auch die Grenzwerte für PM₁₀ und PM_{2,5} im gesamten Untersuchungsraum eingehalten werden.

9 Zusammenfassung

Die Stadt Krefeld plant die Errichtung eines Drogenhilfeszentrums (DHZ) in einem städtischen Gebäude an der Schwertstraße 80, für welches ursprünglich Pläne einer Nutzung als Kita bestanden [1]. Für die Umnutzung ist eine Änderung des geltenden Bebauungsplans Nr. 459 „Hansastr./ Mariannenstr./ Schwertstr./ beiders. Philadelphiastr./ Voltstr./ Bundesbahn“ erforderlich. Das Änderungsverfahren wird derzeit von der Stadt verfolgt [2].

Zur Beurteilung der zu erwartenden Luftqualität im Plangebiet wurde eine lufthygienische Untersuchung mit Luftschadstoffausbreitungsberechnungen für den kritischen Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO₂) und darauf gestützten, verbalargumentativen Aussagen zum Luftschadstoff Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) durchgeführt.

Die Berechnungen wurden mit der Version 6.3 des prognostischen Windfeld- und Ausbreitungsmodells MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell) [3] durchgeführt.

Die Emissionen des Straßenverkehrs wurden auf Grundlage des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) bestimmt. Seit dem 31.01.2022 liegt die Version 4.2 [4] des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) vor. Da dieses aufgrund von notwendigen Softwareanpassungen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens noch nicht verwendbar ist, wurden die Emissionen des Straßenverkehrs noch auf Grundlage des Handbuchs für Emissionsfaktoren in der Version 4.1 [5] bestimmt.

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

Laut Auftraggeber ist die Inbetriebnahme des DHZ zum Ende des Jahres 2022 geplant. Als Prognosejahr der Luftschadstoffuntersuchung wird das Jahr 2023 als frühestmögliches repräsentatives Betriebsjahr des DHZ verwendet.

Es wurde der

Planfall: Bebauungssituation nach Realisierung des DHZ; Verkehrsmengen gemäß Straßenverkehrszählung Krefeld 2017 [7]; Emissionsfaktoren und Flottenzusammensetzung für das Jahr 2023

unter Berücksichtigung der großräumigen Hintergrundbelastung untersucht.

Die Ergebnisse der Luftschadstoffuntersuchung zeigen, dass nach Realisierung des Planvorhabens die Grenzwerte der 39. BImSchV (Jahresmittelwerte NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5}, Kurzzeitgrenzwerte für PM₁₀ und NO₂) im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten werden.

Peutz Consult GmbH

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

i.A. M. Sc. Helena Röhling
(Projektbearbeitung)

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Übersichtslageplan der Umgebung des Planvorhabens
- Anlage 2 Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnung im Planfall
- Anlage 3 Räumliche Übersicht der Eingangsdaten im Planfall
- Anlage 4 Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten an der DWD-Station 10400 Düsseldorf-Flughafen (2010 – 2019)
- Anlage 5 Jahresmittelwert der NO₂-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Planfall

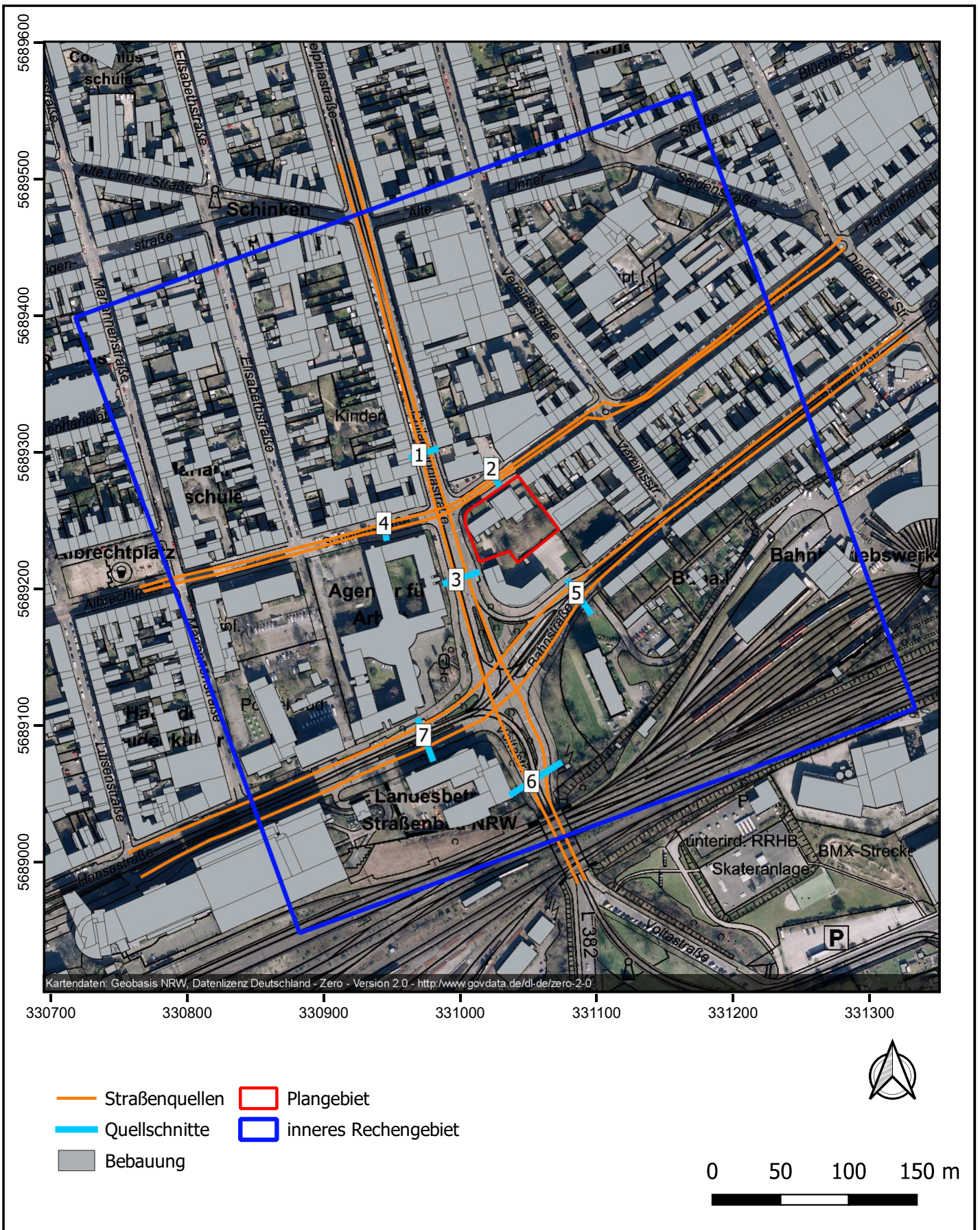


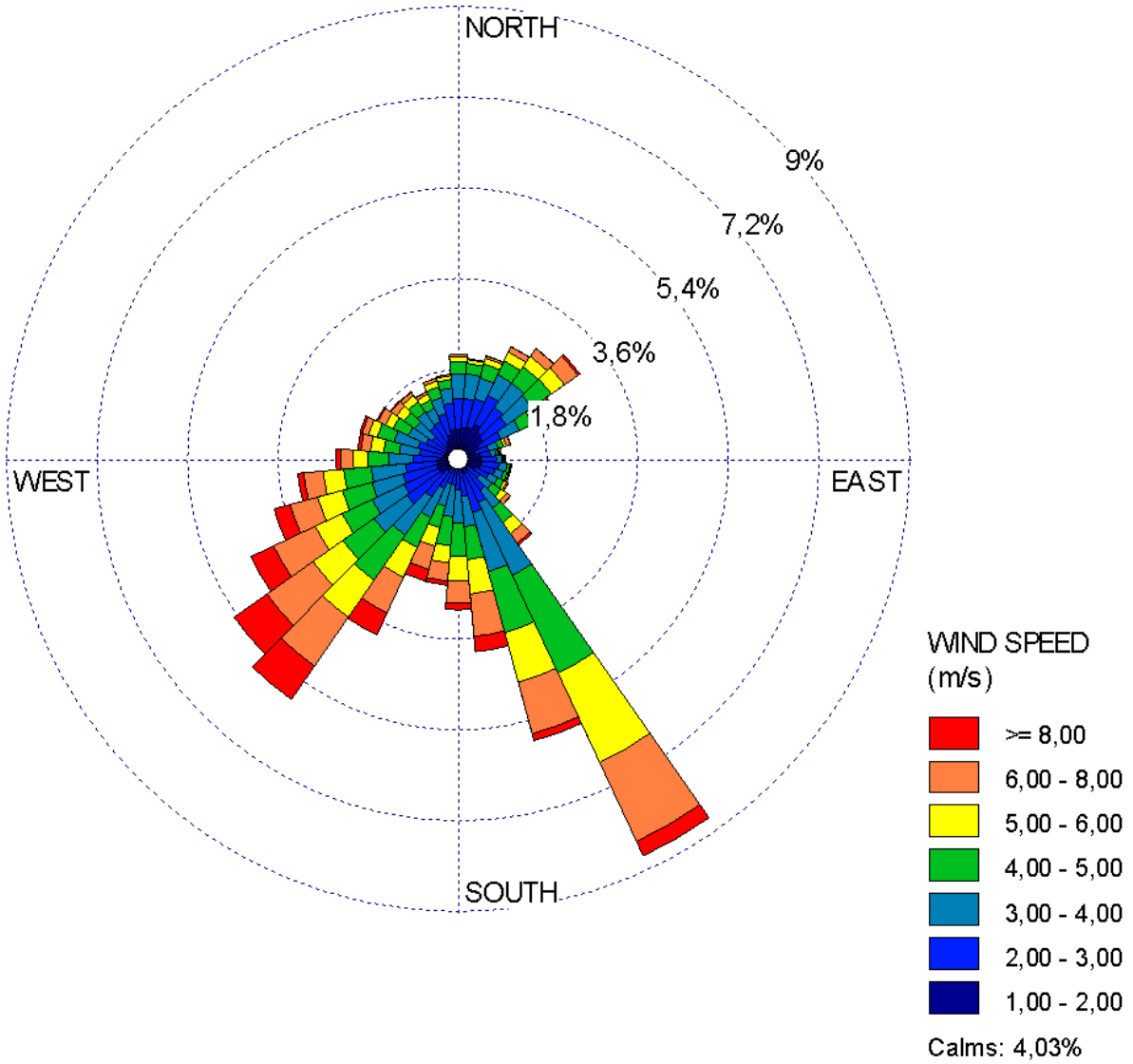
Anlage 2: Eingangsdaten und Ergebnisse der Emissionsberechnung im Planfall
 Bezugsjahr der Emissionsfaktoren: 2023



Quer- schnitts- ID	Bezeichnung	DTV	Anteil sNFz	Anteil INFz	UWZ*	Verkehrssituation				Steigung	Anzahl Fahrspuren	Typ Kaltstart	Typ Tagesgang	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4	LOS5	NO _x
		[Kfz/24 h]	[%]	[%]							[%]	[-]			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1	Philadelphiastraße nördl. Schwertstraße	15.930	0,8	9,4	ja	Agglomeration	Hauptverkehrs- straße	IO	50 km/h	± 0,2	4	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	4,974
2	Schwertstraße östl. Philadelphiastraße	2.590	0,5	9,4	ja	Agglomeration	Sammelstraße	IO	30 km/h	± 0,0	2	commercial	doublepeak	83,1	16,9	0,0	0,0	0,0	0,735
3	Philadelphiastraße süd. Schwertstraße	17.050	0,9	9,4	ja	Agglomeration	Hauptverkehrs- straße	IO	50 km/h	± 0,6	5	radial	doublepeak	10,8	89,3	0,0	0,0	0,0	5,353
4	Schwertstraße westl. Philadelphiastraße	4.290	0,4	9,4	ja	Agglomeration	Sammelstraße	IO	50 km/h	± 0,0	3	commercial	doublepeak	59,4	40,7	0,0	0,0	0,0	1,213
5	Bahnstraße	15.150	0,8	9,4	ja	Agglomeration	Hauptverkehrs- straße	IO	50 km/h	± 0,6	4	radial	doublepeak	11,2	80,4	8,5	0,0	0,0	4,813
6	Voltastraße	16.400	0,4	9,4	ja	Agglomeration	Hauptverkehrs- straße	IO	50 km/h	± 2,1	4	radial	doublepeak	8,9	82,7	8,5	0,0	0,0	5,230
7	Hansastraße	9.030	0,4	9,4	ja	Agglomeration	Hauptverkehrs- straße	IO	50 km/h	± 0,0	4	radial	doublepeak	45,2	54,8	0,0	0,0	0,0	2,540

* UWZ = Innerhalb Umweltzone (Ja/Nein)





Anlage 5: Jahresmittelwert der NO₂-Immissionen in einer Auswertehöhe von 1,5 m über Grund im Planfall
 Bezugsjahr: 2023
 Grenzwert der 39. BImSchV: 40 µg/m³

