



**HOFFMANN
LEICHTER**
Ingenieurgesellschaft

Verkehrsplanung | Straßenentwurf | Straßenverkehrstechnik | Immissionsschutz | Projektsteuerung

Lufthygienische Untersuchung

zu den Veränderungen der Luftschadstoffbelastungen für den
Entwicklungsbereich Krampnitz

Berlin | 25. Februar 2021



zertifiziert durch
TÜV Rheinland
Certipedia-ID 0000021410
www.certipedia.de

IMPRESSUM

Titel **Lufthygienische Untersuchung**
zu den Veränderungen der Luftschadstoffbelastungen für den
Entwicklungsbereich Kramnitz

Auftraggeber **brenner BERNARD ingenieure GmbH**
Nordlichtstraße 17
13405 Berlin

Bearbeitung **HOFFMANN-LEICHTER Ingenieurgesellschaft mbH**
Freiheit 6
13597 Berlin
www.hoffmann-leichter.de

Projektteam Tom Malchow (Projektmanager)
Andrea Niesel
Sebastian Wölk

Ort | Datum **Berlin | 25. Februar 2021**

INHALTSVERZEICHNIS

1	Berechnung der Emissionen.....	1
1.1	Methodik	1
1.1.1	Kfz-bedingte Schadstoffemissionen.....	1
1.1.2	Screening-Modell zur Bestimmung der Luftschadstoffimmissionen	2
1.2	Eingangsdaten	4
1.3	Emissionen	7
2	Modellieren und Beurteilen der Immissionen	10
2.1	Beurteilungsgrundlage - 39. BImSchV.....	10
2.2	Luftschadstoff-Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet	10
2.3	Immissionen.....	11
3	Schlussfolgerungen	17
4	Qualität der Prognose	18

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Windrichtung- und Windgeschwindigkeitsverteilung (in m/s) an der Station »Berlin-Tegel« für den Zeitraum 2009 bis 2018 Einteilung nach Windgeschwindigkeitsklassen gemäß TA Luft	3
Abbildung 2	Lage der untersuchten Straßenabschnitte.....	7

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Verkehrsbelastung und Verkehrsdynamik Bestand	4
Tabelle 2	Verkehrsbelastung und Verkehrsdynamik Entwicklungsstufe I (ES I)	5
Tabelle 3	Verkehrsbelastung und Verkehrsdynamik Entwicklungsstufe II (ES II)	5
Tabelle 4	Verkehrsbelastung und Verkehrsdynamik Entwicklungsstufe III (ES III)	5
Tabelle 5	Verkehrszusammensetzung in Prozent	6
Tabelle 6	Geometrie und Eingangsdaten der Straßenabschnitte	6
Tabelle 7	Verkehrsemissionen NO_x	7
Tabelle 8	Verkehrsemissionen (primäres) NO_2	8
Tabelle 9	Verkehrsemissionen PM_{10}	8
Tabelle 10	Verkehrsemissionen $\text{PM}_{2,5}$	9
Tabelle 11	Grenzwerte nach 39. BImSchV	10
Tabelle 12	Repräsentative Hintergrundbelastung (Jahresmittel) für das Untersuchungsgebiet in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11
Tabelle 13	Jahresmittelkonzentrationen (Gesamtbelastung) NO_x	12
Tabelle 14	Jahresmittelkonzentrationen (Gesamtbelastung) NO_2	12
Tabelle 15	Jahresmittelkonzentrationen (Gesamtbelastung) PM_{10}	13
Tabelle 16	Jahresmittelkonzentrationen (Gesamtbelastung) $\text{PM}_{2,5}$	13
Tabelle 17	Absolute und relative Abnahmen der NO_x -Immissionen im Bezug zum Bestand	14
Tabelle 18	Absolute und relative Abnahmen der NO_2 -Immissionen im Bezug zum Bestand	14
Tabelle 19	Absolute und relative Abnahmen der PM_{10} -Immissionen im Bezug zum Bestand	15
Tabelle 20	Absolute und relative Abnahmen der $\text{PM}_{2,5}$ -Immissionen im Bezug zum Bestand	15
Tabelle 21	Kennwerte zur Beurteilung der Überschreitungen von Kurzzeitgrenzwerten	16

1 Berechnung der Emissionen

1.1 Methodik

1.1.1 Kfz-bedingte Schadstoffemissionen

Zunächst wird die Vorgehensweise zur Ermittlung der durch den Kfz-Verkehr verursachten relevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) beschrieben.

Bei der Ermittlung der Emissionen aus dem Straßenverkehr wird das Verkehrsaufkommen, hier das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen (DTV), mit den Emissionsfaktoren der nachfolgend aufgeführten zu berücksichtigenden Größen kombiniert:

■ Verkehrsdynamik

- frei / flüssig: frei und stetig fließender Verkehr, konstante eher hohe Geschwindigkeit
- dicht: flüssiger Verkehrsfluss bei starkem Verkehrsvolumen, vergleichsweise konstante Geschwindigkeit
- gesättigt: unstetiger Verkehrsfluss mit starken Geschwindigkeitsschwankungen bei gesättigtem / gebundenem Verkehrsfluss, erzwungene Zwischenstops möglich
- stop + go I: starke Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeitsschwankungen bei allgemein niedriger Geschwindigkeit
- stop + go II: Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch

■ Verkehrszusammensetzung

- Krad
- Pkw
- leichte Nutzfahrzeuge (Lnf, < 3,5t zul. Gesamtgewicht)
- schwere Nutzfahrzeuge (Snf, ≥ 3,5t zul. Gesamtgewicht)
- Reise- und Linienbusse

■ Flottenzusammensetzung

- Fahrzeugkategorie
- Motortyp
- Hubraum
- Emissionskonzept

■ Längsneigung

- Längsneigungsklassen (+6 %, +4 %, +2 %, 0 %, -2 %, -4 %, -6 %)

Die Emissionsfaktoren werden dem vom Umweltbundesamt herausgegebenen Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) des Straßenverkehrs in der aktuellen Version 4.1 [1] entnommen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Emissionsfaktoren des HBEFA derart konzipiert sind, dass mit den Jahren eine fortschreitende Reduzierung des Schadstoffausstoßes durch effizientere Technologien im Bereich Motor und Partikelfilter berücksichtigt wird. Da die verkehrlichen Eingangsdaten (siehe Kapitel 1.2) einen Bezug auf das Jahr 2015 haben, werden für die Bestandssituation auch die Emissionsfaktoren aus dem Jahr 2015 zu Grunde gelegt. Für die Entwicklungsstufen werden in Abstimmung mit der Landeshauptstadt Potsdam folgende Prognosejahre angesetzt:

- Entwicklungsstufe I (ES I): 2025
- Entwicklungsstufe II (ES II): 2027
- Entwicklungsstufe III (ES III): 2035

Je nach Gebietstyp, Straßenkategorie und zulässiger Höchstgeschwindigkeit werden verschiedene Verkehrssituationen definiert. Für diese kann mit Hilfe des HBEFA für jede Kombination aus den o. g. Faktoren der spezifische Schadstoffausstoß ermittelt werden. Dieser wird vom HBEFA in Gramm je Fahrzeug und Kilometer ausgegeben.

Das HBEFA beinhaltet neben den Emissionskennwerten für den warmen Betriebszustand auch Daten bezüglich des Kaltstartzuschlags. Dieser wird jedoch nicht in der Einheit Gramm je Fahrzeug und Kilometer sondern in Gramm je Fahrzeug und Startvorgang ausgegeben und kann somit nicht ohne eine vorherige Anpassung mit den Emissionskennwerten für den warmen Betriebszustand kombiniert werden. Hierzu liefert die VDI-Richtlinie 3782-7 [2] im Kapitel 6.4 ein entsprechendes Verfahren zur Berechnung der spezifischen Kaltstartzuschläge je Kilometer Streckenlänge, welches hier zum Einsatz kommt.

Neben den motorbedingten Emissionen entstehen zusätzliche Feinstaubemissionen durch Aufwirbelungen bei Fahrzeugbewegungen und durch den Abrieb von Reifen. Auch hier sind im HBEFA die Emissionsfaktoren zu allen Verkehrssituationen enthalten.

Abschließend werden die motorbedingten Kfz-Emissionen mit den nicht-motorbedingten Kfz-Emissionen addiert und die Gesamtemission je Streckenabschnitt ermittelt.

1.1.2 Screening-Modell zur Bestimmung der Luftschadstoffimmissionen

Um die Ausbreitung von Immissionen im Straßenraum zu modellieren, wird das Screening-Modell IMMIS^{luft} der IVU Umwelt GmbH in der aktuellen Version 8 [3] verwendet. Das Modell benötigt hierzu sogenannte Kopplungskoeffizienten, die die Emissionen und die Immissionen an definierten Punkten zwischen Straßenrand und der straßenbegleitenden Bebauung in Beziehung setzen. Die

Kopplungskoeffizienten werden im Voraus mit dem CPB-Modell (»Canyon Plume Box«) und dem Box-Modell auf der Basis von meteorologischen Daten bestimmt. Die Kopplungskoeffizienten werden durch die IVU Umwelt GmbH aus einer Ausbreitungsklassenstatistik berechnet und in IMMIS^{luft} implementiert. Aufgrund der topographischen Lage der Station Potsdam auf dem Telegrafenberg ist diese nicht als repräsentativ für den Potsdamer Innenstadtbereich einzuschätzen. Aus vorangegangenen Erfahrungen und Abstimmungen mit dem DWD entsprechen die Windverhältnisse an der Station Berlin-Tegel jedoch jenen des Potsdamer Innenstadtbereichs. Dementsprechend wird für die vorliegende Untersuchung eine Ausbreitungsklassenstatistik der DWD-Station Berlin-Tegel für den Zeitraum 2009 bis 2018 zugrunde gelegt (siehe Abbildung 1). Die unterschiedliche Rauigkeit zwischen Messort und Untersuchungsgebiet wird mittels eines Skalierungsfaktors berücksichtigt, welcher zu einer Anpassung der gemessenen Windgeschwindigkeiten führt. Im vorliegenden Fall beträgt der Skalierungsfaktor für die Umwandlung vom Messgebiet (Flugplatz) auf das Potsdamer Stadtgebiet 0,65, womit die mittlere Windgeschwindigkeit in Überdachniveau auf einen Wert von 2,4 m/s reduziert wurde.

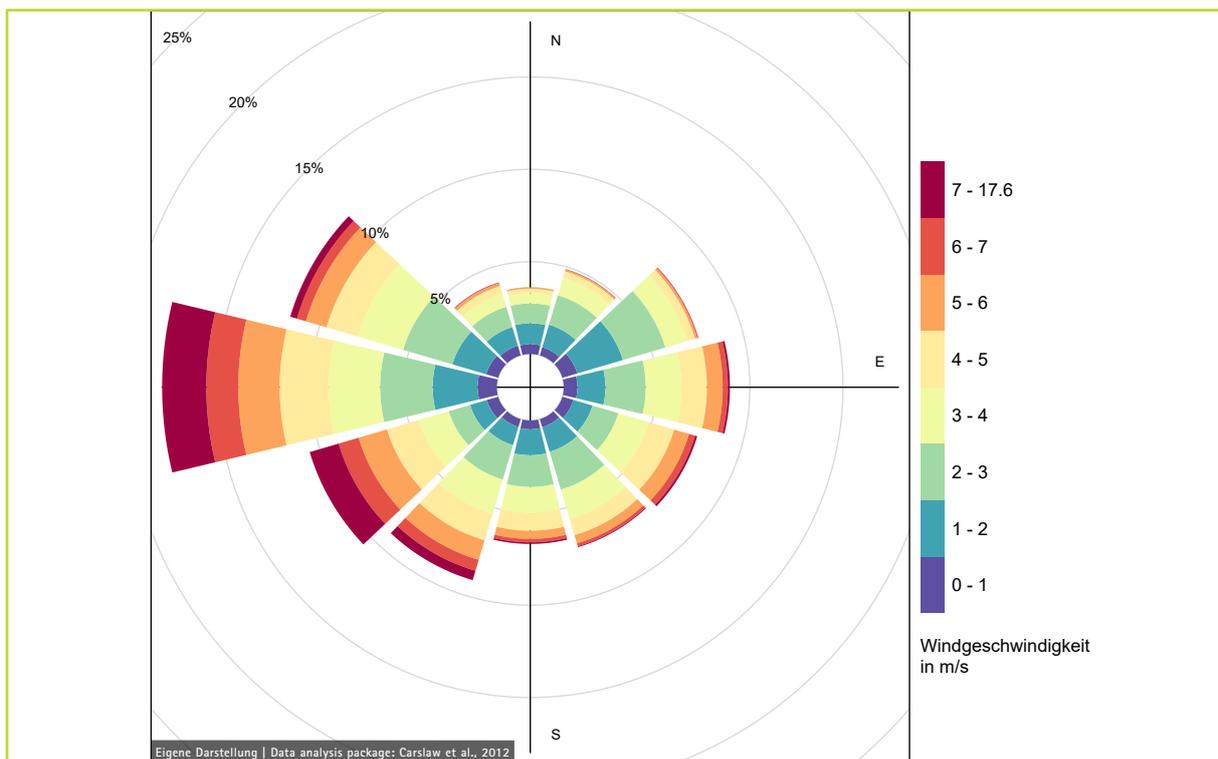


Abbildung 1 Windrichtung- und Windgeschwindigkeitsverteilung (in m/s) an der Station »Berlin-Tegel« für den Zeitraum 2009 bis 2018 | Einteilung nach Windgeschwindigkeitsklassen gemäß TA Luft

Im Screening-Modell IMMIS^{luft} wird die Schadstoffverdünnung auf dem Ausbreitungsweg durch die Porosität (Lückenanteil zwischen den Gebäuden), die Höhe der straßenbegleitenden Bebauung, die Breite der Straßenschlucht sowie deren Ausrichtung (Himmelsrichtung) zur Anströmwindrichtung bestimmt.

Für weitgehend homogene bebaute Straßenabschnitte wird eine repräsentative Luftschadstoffkonzentration ermittelt, die im Screening-Modell an zwei Immissionspunkten auf beiden Seiten der Straße berechnet wird. Die Immissionspunkte werden in 1,5 m Höhe über Gelände und im Abstand von 15 % des Bebauungsabstandes (Breite der Straßenschlucht) von der Bebauung festgelegt. Der höhere der beiden Immissionswerte wird jeweils als Ergebnis ausgegeben.

Bei Straßen mit nur einseitiger Bebauung wird der Bebauungsabstand auf den doppelten Abstand zwischen der Straßenmitte und der nächstgelegenen Bebauung festgelegt. Die Porosität beträgt bei einseitiger Bebauung mindestens 50 %.

Die Berechnung der NO_2 -Zusatzbelastung setzt sich aus einem Anteil der NO_2 -Direktemissionen und einem aus NO und O_3 (Ozon) photochemisch gebildeten Anteil zusammen. Die Modellierung der NO_2 -Zusatzbelastung erfolgt dabei unter Verwendung des in IMMIS^{luft} implementierten vereinfachten Chemiemodells (Ansatz nach Düring 2009), welches neben den Jahresmittelwerten der Vorbelastung für NO_x , NO_2 und O_3 auf den Anteil der primären NO_2 -Emissionen an den NO_x -Emissionen basiert (siehe [3], Kap. 1.4.2.2).

1.2 Eingangsdaten

Die berücksichtigten Eingangsdaten bezüglich der **Verkehrsmenge** und der **Verkehrsdynamik** für den Bestand und die drei Entwicklungsstufen sind in Tabelle 1 bis Tabelle 4 zusammengefasst. Die Verkehrsstärken entstammen einem Verkehrsmodell für das Bezugsjahr 2015.

Tabelle 1 Verkehrsbelastung und Verkehrsdynamik | Bestand

Straßenabschnitt	zwischen	DTV [Kfz/24h]	Verkehrssituation
Behlertstraße	Manger Straße und Berliner Straße	21.450	Agglo/HVS/30/dicht
Hans-Thoma-Straße	Kurfürstenstraße und Berliner Straße	17.250	Agglo/HVS/30/dicht
Jägerallee	Hegelallee und Gregor-Mendel-Straße	12.550	Agglo/HVS/50/dicht
Am Neuen Garten	Bertha-von-Suttner-Straße und Behlertstraße	23.450	Agglo/HVS/50/dicht
Kurfürstenstraße	Friedrich-Ebert-Straße und Hebbelstraße	25.400	Agglo/HVS/50/dicht

Tabelle 2 Verkehrsbelastung und Verkehrsdynamik | Entwicklungsstufe I (ES I)

Straßenabschnitt	zwischen	DTV [Kfz/24h]	Verkehrssituation
Behlertstraße	Manger Straße und Berliner Straße	21.700	Agglo/HVS/30/dicht
Hans-Thoma-Straße	Kurfürstenstraße und Berliner Straße	17.100	Agglo/HVS/30/dicht
Jägerallee	Hegelallee und Gregor-Mendel-Straße	13.100	Agglo/HVS/50/dicht
Am Neuen Garten	Bertha-von-Suttner-Straße und Behlertstraße	23.500	Agglo/HVS/50/dicht
Kurfürstenstraße	Friedrich-Ebert-Straße und Hebbelstraße	25.750	Agglo/HVS/50/dicht

Tabelle 3 Verkehrsbelastung und Verkehrsdynamik | Entwicklungsstufe II (ES II)

Straßenabschnitt	zwischen	DTV [Kfz/24h]	Verkehrssituation
Behlertstraße	Manger Straße und Berliner Straße	21.700	Agglo/HVS/30/dicht
Hans-Thoma-Straße	Kurfürstenstraße und Berliner Straße	17.400	Agglo/HVS/30/dicht
Jägerallee	Hegelallee und Gregor-Mendel-Straße	13.300	Agglo/HVS/50/dicht
Am Neuen Garten	Bertha-von-Suttner-Straße und Behlertstraße	23.750	Agglo/HVS/50/dicht
Kurfürstenstraße	Friedrich-Ebert-Straße und Hebbelstraße	25.850	Agglo/HVS/50/dicht

Tabelle 4 Verkehrsbelastung und Verkehrsdynamik | Entwicklungsstufe III (ES III)

Straßenabschnitt	zwischen	DTV [Kfz/24h]	Verkehrssituation
Behlertstraße	Manger Straße und Berliner Straße	21.700	Agglo/HVS/30/dicht
Hans-Thoma-Straße	Kurfürstenstraße und Berliner Straße	17.800	Agglo/HVS/30/dicht
Jägerallee	Hegelallee und Gregor-Mendel-Straße	13.800	Agglo/HVS/50/dicht
Am Neuen Garten	Bertha-von-Suttner-Straße und Behlertstraße	23.650	Agglo/HVS/50/dicht
Kurfürstenstraße	Friedrich-Ebert-Straße und Hebbelstraße	26.650	Agglo/HVS/50/dicht

Der zugrunde liegenden verkehrlichen Untersuchung zufolge ist trotz variierender Verkehrsmengen nicht mit einer Änderung der angenommenen Verkehrssituation zu rechnen. Durch die Stadt Potsdam muss demnach sichergestellt werden, dass keine Verschlechterung der Verkehrssituation eintritt.

Der Anteil der einzelnen Fahrzeugkategorien (**Verkehrszusammensetzung**) wird den Verkehrszählungen der betreffenden Straßenabschnitte aus dem Jahr 2014 entnommen [4]. Die Verkehrszusammensetzung ist in Tabelle 5 dargestellt. Diese Zusammensetzung wird vereinfacht sowohl für den Bestand als auch für alle Entwicklungsstufen verwendet.

Tabelle 5 Verkehrszusammensetzung in Prozent

Straßenabschnitt	Krad	Pkw	Lnf	Snf	LBus
Behlertstraße	2,45 %	86,55 %	8,93 %	1,81 %	0,26 %
Hans-Thoma-Straße	2,43 %	85,78 %	8,86 %	2,47 %	0,46 %
Jägerallee	2,40 %	84,96 %	8,76 %	3,33 %	0,55 %
Am Neuen Garten	2,41 %	85,25 %	8,80 %	3,12 %	0,42 %
Kurfürstenstraße	2,47 %	87,39 %	9,02 %	0,87 %	0,25 %

Die **Längsneigung** der betreffenden Straßenabschnitte wird jeweils mit 0 % berücksichtigt.

Die **Geometrie der Straßenabschnitte** sowie deren **Ausrichtung** (Himmelsrichtung) und die sich ergebende **Porosität** der Bebauung sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Die Straßenabschnitte können unterstützend in Abbildung 2 nachvollzogen werden.

Tabelle 6 Geometrie und Eingangsdaten der Straßenabschnitte

Straßenabschnitt	ID	Breite der Straße [m]	Höhe der Bebauung [m]	Ausrichtung [°]	Porosität [%]
Behlertstraße	1	15	12	149	55
	2	18	12	163	56
	3	20	15	126	40
Hans-Thoma-Straße	4	20	12	160	33
Jägerallee	5	27	14	9	60
	6	22	14	9	30
Am Neuen Garten	7	25	10	154	64
Kurfürstenstraße	8	21	13	71	22
	9	26	13	71	54
	10	22	13	92	51

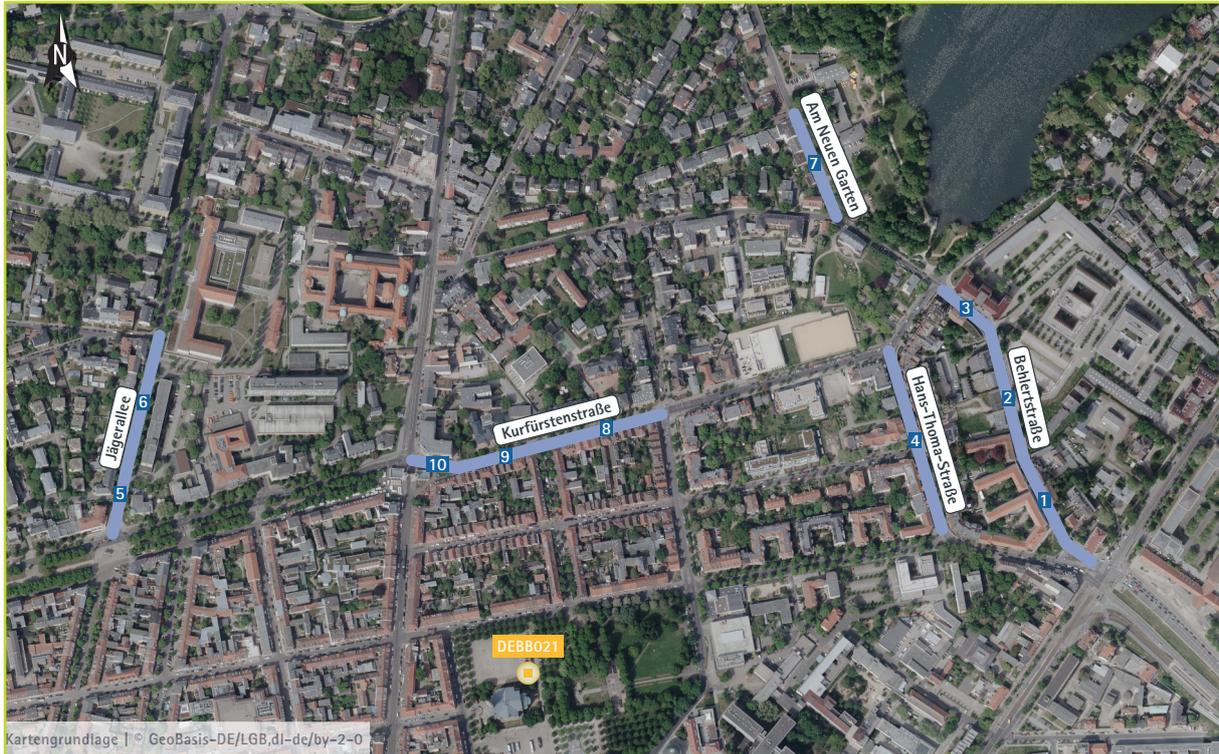


Abbildung 2 Lage der untersuchten Straßenabschnitte

1.3 Emissionen

Die Luftschadstoffemissionen werden mit Hilfe des Programms IMMIS^{luft} berechnet. Zur Bestimmung der Emissionsfaktoren wird für die Bestandssituation das Bezugsjahr 2015 angesetzt. Für die Entwicklungsstufen werden die Prognosejahre 2025 (ES I), 2027 (ES II) und 2035 (ES III) verwendet. In Tabelle 7 sind die NO_x-Emissionen und in Tabelle 8 die primären NO₂-Emissionen durch den Kfz-Verkehr dargestellt.

Tabelle 7 Verkehrsemissionen NO_x

Straßenabschnitt	zwischen	Bestand	NO _x [g/m]		
			ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	Manger Straße und Berliner Straße	13,643	6,077	5,085	2,854
Hans-Thoma-Straße	Kurfürstenstraße und Berliner Straße	11,873	5,182	4,464	2,73
Jägerallee	Hegelallee und Gregor-Mendel-Straße	10,026	4,406	3,738	2,183
Am Neuen Garten	Bertha-von-Suttner-Straße und Behlertstraße	18,225	7,747	6,534	3,624
Kurfürstenstraße	Friedrich-Ebert-Straße und Hebbelstraße	17,309	7,409	6,030	2,922

Tabelle 8 Verkehrsemissionen (primäres NO₂)

Straßenabschnitt	zwischen	Bestand	NO ₂ [g/m]		
			ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	Manger Straße und Berliner Straße	3,520	1,670	1,381	0,726
Hans-Thoma-Straße	Kurfürstenstraße und Berliner Straße	2,937	1,409	1,204	0,703
Jägerallee	Hegelallee und Gregor-Mendel-Straße	2,657	1,243	1,043	0,573
Am Neuen Garten	Bertha-von-Suttner-Straße und Behlertstraße	4,830	2,181	1,816	0,943
Kurfürstenstraße	Friedrich-Ebert-Straße und Hebbelstraße	5,017	2,143	1,710	0,744

In Tabelle 9 werden die Emissionen von PM₁₀ und in Tabelle 10 die Emissionen von PM_{2,5} im Bestand mit den Emissionen der drei Entwicklungsstufen gegenübergestellt.

Tabelle 9 Verkehrsemissionen PM₁₀

Straßenabschnitt	zwischen	Bestand	PM ₁₀ [g/m]		
			ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	Manger Straße und Berliner Straße	1,167	0,980	0,967	0,935
Hans-Thoma-Straße	Kurfürstenstraße und Berliner Straße	0,998	0,823	0,826	0,819
Jägerallee	Hegelallee und Gregor-Mendel-Straße	0,786	0,691	0,695	0,701
Am Neuen Garten	Bertha-von-Suttner-Straße und Behlertstraße	1,402	1,181	1,180	1,142
Kurfürstenstraße	Friedrich-Ebert-Straße und Hebbelstraße	1,297	1,095	1,085	1,083

Tabelle 10 Verkehrsemissionen PM_{2,5}

Straßenabschnitt	zwischen	Bestand	PM _{2,5} [g/m]		
			ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	Manger Straße und Berliner Straße	0,682	0,488	0,476	0,444
Hans-Thoma-Straße	Kurfürstenstraße und Berliner Straße	0,567	0,395	0,391	0,374
Jägerallee	Hegelallee und Gregor-Mendel-Straße	0,422	0,312	0,309	0,301
Am Neuen Garten	Bertha-von-Suttner-Straße und Behlertstraße	0,772	0,549	0,541	0,506
Kurfürstenstraße	Friedrich-Ebert-Straße und Hebbelstraße	0,773	0,563	0,551	0,532

2 Modellieren und Beurteilen der Immissionen

2.1 Beurteilungsgrundlage – 39. BImSchV

Von der Bundesregierung wurde die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) [5] erlassen. Sie »...dient der Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (ABl. L 152 vom 11.6.2008, S. 1), der Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004...«.

Das Ziel ist es hierbei, die negativen Auswirkungen der Luftschadstoffe auf die Gesundheit der Menschen und auf die Umwelt zu vermeiden bzw. zumindest auf ein gesundheitsverträgliches Maß zu verringern.

Aktuell gelten in Bezug auf den Kfz-Verkehr die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) als relevant. Benzol, Blei, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid spielen heutzutage nur noch eine untergeordnete Rolle, sodass eine Grenzwertüberschreitung bei diesen Schadstoffen ausgeschlossen werden kann. Seit der Außerkraftsetzung der 23. BImSchV entfällt auch die Betrachtung der Immissionen des elementaren Kohlenstoffs.

Tabelle 11 stellt die gültigen Grenzwerte der 39. BImSchV für die relevanten Luftschadstoffe zusammenfassend dar. Bei der Beurteilung werden die berechnete Schadstoffimmissionen der Gesamtbelastung mit dem dazugehörigen Grenzwert verglichen.

Tabelle 11 Grenzwerte nach 39. BImSchV

Schadstoff	Jahresmittelgrenzwert	Kurzzeitgrenzwert
Stickstoffdioxid (NO ₂)	40 µg/m ³	200 µg/m ³ (Stundenmittelwert maximal 18 Überschreitungen pro Jahr)
Feinstaub (PM ₁₀)	40 µg/m ³	50 µg/m ³ (Tagesmittelwert maximal 35 Überschreitungen pro Jahr)
Feinstaub (PM _{2,5})	25 µg/m ³	-

2.2 Luftschadstoff-Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

Die Gesamtbelastung vor Ort setzt sich aus der Vorbelastung (vorhandene Belastung) und der Zusatzbelastung (Immissionsbeitrag durch das Vorhaben) zusammen. Zur vorhandenen Belastung eines Schadstoffes vor Ort trägt neben den örtlich ansässigen Emissionsquellen auch die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung bei. Die Hintergrundbelastung beinhaltet regionale als auch überregionale Verkehrsemissionen sowie Ferntransporte von Schadstoffen z. B. aus Industrie und Hausbrand.

Zur Ermittlung der Schadstoffhintergrundbelastung wird auf die Luftgütemessdaten des Landesamtes für Umwelt (LfU) Brandenburg zurückgegriffen. Zur Bestimmung der Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet wird die nahegelegene Hintergrundmessstation DEBB021 »Potsdam-Zentrum« verwendet (siehe Abbildung 2). Als Ansatz zur sicheren Seite wird jeweils der höchste Jahresmittelwert der Jahre 2017 bis 2019 als Hintergrundbelastung angewandt (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12 Repräsentative Hintergrundbelastung (Jahresmittel) für das Untersuchungsgebiet in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Schadstoff	2017	2018	2019	Höchster Jahresmittelwert
NO _x	21	22	20	22
NO ₂	15	16	15	16
PM ₁₀	18	20	17	20
PM _{2,5}	14	14	10	14
O ₃	47	54	53	54

2.3 Immissionen

Die an den untersuchten Straßenabschnitten im Bestand und in den drei Entwicklungsstufen ermittelten Gesamtbelastungen der Schadstoffimmissionen sind in den Tabellen 13 bis 16 zusammengestellt. Die Modellierung der NO₂-Zusatzbelastung erfolgt dabei unter Verwendung des in Kapitel 1.1.2 beschriebenen vereinfachten Chemiemodells (Ansatz nach Düring 2009), welches bereits in IMMIS^{luft} implementiert ist.

Für die Bestandssituation ergibt sich in einem Teilabschnitt der Kurfürstenstraße (ID 8) mit einem NO₂-Jahresmittelwert von 48,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eine deutliche Überschreitung des zugrunde liegenden Immissionsgrenzwerts der 39. BImSchV von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Alle weiteren Straßenabschnitte weisen NO₂-Konzentrationen unterhalb von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf. Weiterhin werden in der Bestandssituation die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV für PM₁₀ und PM_{2,5} an allen Straßenabschnitten vollständig unterschritten.

Durch den im HBEFA für die Prognosejahre konzipierten geringeren Schadstoffausstoß ergeben sich für die untersuchten Entwicklungsstufen vor allem für NO₂ deutliche Abnahmen der Schadstoffkonzentrationen, wodurch die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV für NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} an allen Straßenabschnitten vollständig eingehalten werden.

Es lässt sich somit feststellen, dass die anzunehmenden technologischen Fortschritte im Bereich Motor und Partikelfilter selbst eine mögliche Zunahme der Verkehrsstärke kompensieren bzw. dieser sogar deutlich entgegenwirken, wodurch auch bei Umsetzung des Vorhabens von einer Einhaltung der zugrunde liegenden Immissionsgrenzwerte auszugehen ist.

Tabelle 13 Jahresmittelkonzentrationen (Gesamtbelastung) NO_x

Straßenabschnitt	ID	Gesamtbelastung NO _x [µg/m ³]			
		Bestand	ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	1	66,4	41,8	38,6	31,3
	2	57,6	37,9	35,3	29,4
	3	69,4	43,1	39,7	31,9
Hans-Thoma-Straße	4	64,8	40,7	38,1	31,8
Jägerallee	5	38,2	29,1	28,0	25,5
	6	56,5	37,2	34,9	29,5
Am Neuen Garten	7	49,4	33,7	31,8	27,5
Kurfürstenstraße	8	90,6	51,4	45,9	33,6
	9	54,4	35,9	33,3	27,5
	10	64,3	40,1	36,7	29,1

Tabelle 14 Jahresmittelkonzentrationen (Gesamtbelastung) NO₂

Straßenabschnitt	ID	Gesamtbelastung NO ₂ [µg/m ³]			
		Bestand	ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	1	36,6	25,5	23,9	20,3
	2	32,6	23,6	22,3	19,4
	3	37,9	26,2	24,5	20,6
Hans-Thoma-Straße	4	35,6	24,9	23,7	20,5
Jägerallee	5	23,7	19,3	18,7	17,4
	6	32,2	23,3	22,1	19,4
Am Neuen Garten	7	29,0	21,6	20,6	18,4
Kurfürstenstraße	8	48,0	30,3	27,6	21,4
	9	31,7	22,7	21,4	18,4
	10	36,4	24,8	23,1	19,2

Tabelle 15 Jahresmittelkonzentrationen (Gesamtbelastung) PM₁₀

Straßenabschnitt	ID	Gesamtbelastung PM ₁₀ [µg/m ³]			
		Bestand	ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	1	23,8	23,2	23,1	23,0
	2	23,0	22,6	22,5	22,4
	3	24,1	23,4	23,4	23,3
Hans-Thoma-Straße	4	23,6	23,0	23,0	23,0
Jägerallee	5	21,3	21,1	21,1	21,1
	6	22,7	22,3	22,3	22,4
Am Neuen Garten	7	22,1	21,8	21,8	21,7
Kurfürstenstraße	8	25,1	24,3	24,3	24,3
	9	22,4	22,0	22,0	22,0
	10	23,2	22,7	22,7	22,6

Tabelle 16 Jahresmittelkonzentrationen (Gesamtbelastung) PM_{2,5}

Straßenabschnitt	ID	Gesamtbelastung PM _{2,5} [µg/m ³]			
		Bestand	ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	1	16,2	15,6	15,5	15,4
	2	15,8	15,3	15,2	15,2
	3	16,4	15,7	15,7	15,5
Hans-Thoma-Straße	4	16,0	15,4	15,4	15,3
Jägerallee	5	14,7	14,5	14,5	14,5
	6	15,4	15,1	15,1	15,0
Am Neuen Garten	7	15,2	14,8	14,8	14,8
Kurfürstenstraße	8	17,1	16,2	16,2	16,1
	9	15,4	15,1	15,0	15,0
	10	15,9	15,4	15,3	15,3

Unterstützend zu den ermittelten Jahresmittelwerten der Schadstoffkonzentrationen sind in den Tabellen 17 bis 20 die im Rahmen der jeweiligen Entwicklungsstufe im Bezug zur Bestandssituation berechneten Abnahmen als absolute und relative Werte dargestellt.

Tabelle 17 Absolute und relative Abnahmen der NO_x-Immissionen im Bezug zum Bestand

Straßenabschnitt	ID	Absolute Abnahme [µg/m ³]			Relative Abnahme		
		ES I	ES II	ES III	ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	1	-24,7	-27,9	-35,2	-37 %	-42 %	-53 %
	2	-19,7	-22,3	-28,2	-34 %	-39 %	-49 %
	3	-26,3	-29,7	-37,5	-38 %	-43 %	-54 %
Hans-Thoma-Straße	4	-24,1	-26,7	-33,0	-37 %	-41 %	-51 %
Jägerallee	5	-9,1	-10,2	-12,7	-24 %	-27 %	-33 %
	6	-19,4	-21,7	-27,0	-34 %	-38 %	-48 %
Am Neuen Garten	7	-15,8	-17,6	-22,0	-32 %	-36 %	-45 %
Kurfürstenstraße	8	-39,3	-44,7	-57,0	-43 %	-49 %	-63 %
	9	-18,5	-21,1	-26,9	-34 %	-39 %	-50 %
	10	-24,2	-27,6	-35,2	-38 %	-43 %	-55 %

Tabelle 18 Absolute und relative Abnahmen der NO₂-Immissionen im Bezug zum Bestand

Straßenabschnitt	ID	Absolute Abnahme [µg/m ³]			Relative Abnahme		
		ES I	ES II	ES III	ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	1	-11,1	-12,6	-16,3	-30 %	-35 %	-45 %
	2	-9,1	-10,3	-13,3	-28 %	-32 %	-41 %
	3	-11,7	-13,4	-17,3	-31 %	-35 %	-46 %
Hans-Thoma-Straße	4	-10,6	-11,9	-15,0	-30 %	-34 %	-42 %
Jägerallee	5	-4,4	-5,0	-6,3	-19 %	-21 %	-26 %
	6	-8,9	-10,1	-12,8	-28 %	-31 %	-40 %
Am Neuen Garten	7	-7,5	-8,4	-10,7	-26 %	-29 %	-37 %
Kurfürstenstraße	8	-17,8	-20,5	-26,7	-37 %	-43 %	-56 %
	9	-9,0	-10,3	-13,4	-28 %	-33 %	-42 %
	10	-11,5	-13,2	-17,2	-32 %	-36 %	-47 %

Tabelle 19 Absolute und relative Abnahmen der PM₁₀-Immissionen im Bezug zum Bestand

Straßenabschnitt	ID	Absolute Abnahme [µg/m ³]			Relative Abnahme		
		ES I	ES II	ES III	ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	1	-0,6	-0,7	-0,8	-3 %	-3 %	-3 %
	2	-0,5	-0,5	-0,6	-2 %	-2 %	-3 %
	3	-0,7	-0,7	-0,8	-3 %	-3 %	-3 %
Hans-Thoma-Straße	4	-0,6	-0,6	-0,7	-3 %	-3 %	-3 %
Jägerallee	5	-0,2	-0,2	-0,1	-1 %	-1 %	-1 %
	6	-0,3	-0,3	-0,3	-1 %	-1 %	-1 %
Am Neuen Garten	7	-0,3	-0,3	-0,4	-2 %	-2 %	-2 %
Kurfürstenstraße	8	-0,8	-0,8	-0,9	-3 %	-3 %	-4 %
	9	-0,4	-0,4	-0,4	-2 %	-2 %	-2 %
	10	-0,5	-0,5	-0,5	-2 %	-2 %	-2 %

Tabelle 20 Absolute und relative Abnahmen der PM_{2,5}-Immissionen im Bezug zum Bestand

Straßenabschnitt	ID	Absolute Abnahme [µg/m ³]			Relative Abnahme		
		ES I	ES II	ES III	ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	1	-0,6	-0,7	-0,8	-4 %	-4 %	-5 %
	2	-0,5	-0,5	-0,6	-3 %	-3 %	-4 %
	3	-0,7	-0,7	-0,8	-4%	-4 %	-5 %
Hans-Thoma-Straße	4	-0,6	-0,6	-0,7	-4 %	-4 %	-4 %
Jägerallee	5	-0,2	-0,2	-0,2	-1 %	-1 %	-1 %
	6	-0,4	-0,4	-0,4	-2 %	-3 %	-3 %
Am Neuen Garten	7	-0,3	-0,4	-0,4	-2 %	-2 %	-3 %
Kurfürstenstraße	8	-0,8	-0,9	-1,0	-5 %	-5 %	-6 %
	9	-0,4	-0,4	-0,5	-3 %	-3 %	-3 %
	10	-0,5	-0,5	-0,6	-3 %	-3 %	-4 %

Neben den Jahresmittelwerten für die Luftschadstoffe NO₂ und PM₁₀ werden zudem folgende Kurzzeitwerte angegeben:

- **NO₂:**

Wahrscheinlichkeit P in % für die Überschreitung des NO₂-Kurzzeitgrenzwertes (mehr als 18 Überschreitungen pro Jahr eines Stundenmittelwertes von 200 µg/m³).

- **PM₁₀:**

Anzahl der Tage eines Jahres mit Überschreitung eines PM₁₀-Tagesmittelwerts von 50 µg/m³ (Grenzwert: 35 zulässige Überschreitungen pro Kalenderjahr)

Da eine mehr als 18-malige Überschreitung des NO₂-Grenzwerts von 200 µg/m³ extrem selten ist, entspricht die Überschreitungshäufigkeit für NO₂ dem 99,79 %-Perzentil der Jahresverteilung (siehe [3], Kap. 1.4.4). Sollte demnach das 99,79 %-Perzentil größer als 200 µg/m³ sein, liegt eine mehr als 18-malige Überschreitung des Grenzwerts von 200 µg/m³ vor. Bei der Ermittlung der Anzahl an Überschreitungstagen für PM₁₀ wird hingegen auf Basis statistischer Untersuchungen eine Funktion gebildet, welche die Quadratwurzel der Überschreitungstage mit dem Jahresmittelwert in Beziehung setzt (siehe [3], Kap. 1.4.5.2).

Die zur Beurteilung einer Überschreitung der in der 39. BImSchV festgesetzten Kurzzeitgrenzwerte für NO₂ und PM₁₀ ermittelten Kennwerte können der Tabelle 21 entnommen werden. Die Wahrscheinlichkeit einer mehr als 18-maligen Überschreitung des NO₂-Stundenmittelwertes von 200 µg/m³ pro Jahr liegt an allen Straßenabschnitten unter 2 %. Es ist demnach von einer Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes für NO₂ auszugehen.

Für PM₁₀ liegt die Anzahl der Überschreitungen mit einem Tagesmittelwert von über 50 µg/m³ bei maximal 17,8 Tagen in der Kurfürstenstraße (ID 8). Von einer 35-maligen Überschreitungen des PM₁₀-Tagesgrenzwerts pro Jahr ist demnach nicht auszugehen.

Tabelle 21 Kennwerte zur Beurteilung der Überschreitungen von Kurzzeitgrenzwerten

Straßenabschnitt	ID	Wahrscheinlichkeit Überschreitung des NO ₂ -Kurzzeitgrenzwerts [%]			Anzahl der PM ₁₀ -Überschreitungstage		
		ES I	ES II	ES III	ES I	ES II	ES III
Behlertstraße	1	1,4	1,3	1,1	14,9	14,8	14,6
	2	1,3	1,2	1,1	13,5	13,4	13,2
	3	1,4	1,3	1,1	15,4	15,3	15,1
Hans-Thoma-Straße	4	1,4	1,3	1,1	14,4	14,4	14,4
Jägerallee	5	1,0	1,0	1,0	10,4	10,4	10,4
	6	1,3	1,2	1,1	13,0	13,0	13,0
Am Neuen Garten	7	1,2	1,1	1,0	11,8	11,8	11,6
Kurfürstenstraße	8	1,7	1,5	1,2	17,8	17,7	17,6
	9	1,2	1,1	1,0	12,3	12,3	12,3
	10	1,3	1,2	1,0	13,7	13,7	13,7

3 Schlussfolgerungen

Für die Entwicklungsstufen ergeben sich durch die Konzeption der im HBEFA festgesetzten Emissionsfaktoren, welche durch eine angenommene effizientere Technologie im Bereich Motor und Partikelfilter für zukünftige Prognosejahre weiter sinken, deutliche Abnahmen der mit dem Modell IMMIS^{luft} (Version 8) berechneten Schadstoffimmissionen im Vergleich zur Bestandssituation. Die berechneten Jahresmittelwerte für NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} liegen an allen Straßenabschnitten vollständig unterhalb der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV. Somit lässt sich feststellen, dass auch im Falle einer Umsetzung des Vorhabens nicht von einer Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV auszugehen ist.

Es wurde zudem eine Auswertung der durch IMMIS^{luft} berechneten Kennwerte zu den in der 39. BImSchV festgesetzten Kurzzeitgrenzwerten von NO₂ und PM₁₀ angestellt. Die berechneten Überschreitungstage für PM₁₀ liegen dabei deutlich unterhalb des Kurzzeitgrenzwerts von 35 Tagen mit einem Tagesmittelwertes von 50 µg/m³. Für NO₂ ergab sich, dass die Wahrscheinlichkeit einer mehr als 18-maligen Überschreitung des NO₂-Stundenmittelwertes von 200 µg/m³ pro Jahr an allen Straßenabschnitten unter 2 % liegt. Es ist demnach von einer Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes für NO₂ auszugehen.

4 Qualität der Prognose

Für die Qualität der Prognoserechnung sind im Wesentlichen die Eingangsdaten relevant. Je detaillierter die verkehrliche Datengrundlage ist, desto genauer kann die Situation abgebildet werden. Eine entscheidende Rolle spielen auch die Emissionsfaktoren, die dem HBEFA entnommen wurden. Die hinterlegten Fahrmuster entstammen Messungen, welche dem Grunde nach ebenfalls fehlerbehaftet sein können. Auch innerhalb der Definitionen der verschiedenen Verkehrssituationen des HBEFA sind Variationen vorhanden, wodurch die Einteilung der zu betrachtenden Situationen ebenfalls Schwankungen unterliegen kann. Gemäß dem Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (2004) liegt die Fehlerbandbreite von modellierten stündlichen Emissionsraten mit Verkehrsmessung ohne Einbeziehung der statistischen Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für NO_x bei 3,6 % und für PM_{10} bei 4,1 % sowie mit Einbeziehung der statistischen Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für NO_x bei 20,3 % und für PM_{10} bei 20,4 % [6].

Da für die einzelnen Eingangsparameter die Fehlerbandbreite nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt ist, ist eine eindeutige Berechnung der statistischen Unsicherheit nicht möglich.

Das Modell $\text{IMMIS}^{\text{lufft}}$ wird seit seiner Herausgabe aktiv durch zahlreiche Stadt- und Landesbehörden zur Abschätzung von Luftschadstoffimmissionen verwendet (z. B. Luftreinhaltepläne). Eine Validierung der Prognosefähigkeit des Modells $\text{IMMIS}^{\text{lufft}}$ erfolgte zudem umfassend im Rahmen der Veröffentlichung »Vergleich von berechneten Luftschadstoffbelastungen mit gemessenen Luftqualitätsdaten im Straßenraum« von 2006 [7].

QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 4.1). INFRAS AG. August 2019.
- [2] VDI-Richtlinie 3782 - Blatt 7. Umweltmeteorologie: Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf. September 2018.
- [3] IMMISem/luft/lärm - Handbuch zur Version 8. IVU Umwelt GmbH. Freiburg. Februar 2020.
- [4] Verkehrserhebung (2014): Durchgeführt von Ingenieurbüro Lohmeyer mit Fa. VCDB.
- [5] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S.1065), die durch den Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. S. 2244) geändert worden ist. Bundesministerium der Justiz. August 2010. Stand: Oktober 2016.
- [6] Berechnung hochaufgelöster Emissionsdaten für einen Ballungsraum und Straßenschluchten - 7. Materialienband für Maßnahmenpläne nach der EU-Richtlinie zur Luftqualität. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.). Hildesheim. 2004.
- [7] Vergleich von berechneten Luftschadstoffbelastungen mit gemessenen Luftqualitätsdaten im Straßenraum. Volker Diegmann, Uwe Hartmann. Immissionsschutz Nr. 2, S. 73-77. 2006.