

Bauvorhaben „Braugoldareal“ in Erfurt

Lufthygienisches Fachgutachten

Auftraggeber: CG Braugold GmbH & Co.KG
Haferkornstraße 7
04129 Leipzig

Auftrags-Nr.: 2054-I

Datum: 04.12.2019

Bearbeiter:


M.Sc. Geoinformatik Sandra Deimel


Dipl.-Met. Georg Ludes

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabellenverzeichnis..... | 3 |
| Abbildungsverzeichnis..... | 3 |
| 1 Planung und Aufgabenstellung | 4 |
| 2 Allgemeine Hintergrundinformationen | 6 |
| 3 Bewertungsmaßstab..... | 7 |
| 4 Eingangsdaten..... | 8 |
| 4.1 Emissionen | 8 |
| 4.1.1 Eingangsdaten für die Emissionsberechnung..... | 8 |
| 4.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Eingangsdaten | 10 |
| 4.1.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung | 11 |
| 4.2 Meteorologische Eingangsdaten | 12 |
| 4.3 Hintergrundbelastung..... | 13 |
| 5 Immissionsprognose..... | 14 |
| 5.1 Rechenmodell..... | 14 |
| 5.2 Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngößen | 14 |
| 5.2.1 Modellierung von NO ₂ im Straßenraum | 14 |
| 5.2.2 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des NO ₂ -Stundengrenzwertes | 15 |
| 6 Ergebnisse | 17 |
| 7 Zusammenfassung | 19 |
| 8 Literaturverzeichnis..... | 20 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|--------------|--|----|
| Tabelle 3.1: | Grenzwerte für NO ₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach [39. BImSchV 2010]..... | 7 |
| Tabelle 4.1: | Anteile des Verkehrs mit Fahrweiten kleiner als 5 km am DTV [VDI 2003]. | 9 |
| Tabelle 4.2: | Eingangsdaten für die Emissionsberechnung für das Prognoseszenario 2024..... | 10 |
| Tabelle 4.3: | Ergebnisse der Emissionsberechnung | 11 |
| Tabelle 4.4: | Werte der Hintergrundbelastung | 13 |
| Tabelle 6.1: | Prognostizierte NO ₂ - Immissionskenngrößen..... | 17 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|----------------|--|----|
| Abbildung 1.1: | Lageplan des Bauvorhabens..... | 4 |
| Abbildung 1.2: | Übersichtsplan des Plangebietes | 5 |
| Abbildung 4.1: | Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1 | 8 |
| Abbildung 4.2: | Lage der Querschnitte..... | 10 |
| Abbildung 4.3: | Windrichtungsverteilung der Messstation Erfurt Flughafen..... | 12 |
| Abbildung 5.1: | Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO ₂ -Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO _x | 16 |
| Abbildung 6.1: | Lage der Aufpunkte..... | 17 |
| Abbildung 6.2: | Jahresmittel der NO ₂ -Immissionen | 18 |

1 Planung und Aufgabenstellung

Die Stadt Erfurt beabsichtigt im Stadtteil Löbervorstadt auf dem ehemaligen Braugoldareal durch Umnutzung, Abbruch und Neubau eine Wohnbebauung mit ca. 220 Wohnungen zu errichten. Der Bereich der geplanten Bebauung befindet sich südlich der bestehenden Bebauung an der Schillerstraße, nördlich der Robert-Koch-Straße, östlich der Semmelweisstraße sowie westlich der Straße Am Stadtpark (vgl. Abbildung 1.1).

Zur Umsetzung des Vorhabens ist die Aufstellung eines Bebauungsplanes erforderlich. Mit dem vorhabenbezogenen Bebauungsplan sollen die planungsrechtlichen Rahmenbedingungen für die städtebauliche Neuordnung des Quartiers geschaffen werden. Gegenstand des Bebauungsplans ist die Wiederbelebung und Stabilisierung eines ursprünglich bebauten und seit einigen Jahren brach liegenden Areals als Maßnahme der Innenstadtentwicklung.



Abbildung 1.1: Lageplan des Bauvorhabens

An das Plangebiet grenzen Straßen mit hohen Verkehrsbelastungen an (vor allem die Schillerstraße). Zusätzlich führt die innerstädtische Lage zur Häufung von Situationen mit schlechten Austauschbedingungen.

Um zu überprüfen, ob die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Immissionen den Grenzwert der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Plangebiet und in der näheren Umgebung einhalten, wurde das Ingenieurbüro simuPLAN mit der Erstellung eines lufthygienischen Fachgutachtens beauftragt.

Ziel der Untersuchungen ist es, die Luftschadstoffimmissionen, die auf das Plangebiet und die an das Plangebiet angrenzende Bestandsbebauung einwirken, zu bestimmen und zu bewerten und ggf. durch geeignete planerische Maßnahmen die Einhaltung von Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit sicher zu stellen.

Zur Abschätzung planungsbedingter lufthygienischer Veränderungen wurden Ausbreitungsrechnungen für das „Prognoseszenario 2024“ durchgeführt. Das Prognoseszenario ermittelt die lufthygienische Belastungssituation im Untersuchungsgebiet für das Prognosejahr 2024 unter Berücksichtigung der neuen Bebauung.

Die Ausbreitungsrechnungen erfolgten mit dem mikroskaligen Rechenmodell MISKAM für die Schadstoffkomponente Stickstoffdioxid- (NO_2). Hierbei werden die Auswirkungen von Gebäuden auf die Ausbreitung der durch den Straßenverkehr emittierten Schadstoffe realitätsnah berücksichtigt. Bei der nachfolgenden Ermittlung der Gesamtbelastung (Immissionskenngrößen gemäß 39. BImSchV) wird die Vorbelastung integriert. Als Bewertungsmaßstab werden die Grenzwerte der 39. BImSchV herangezogen.

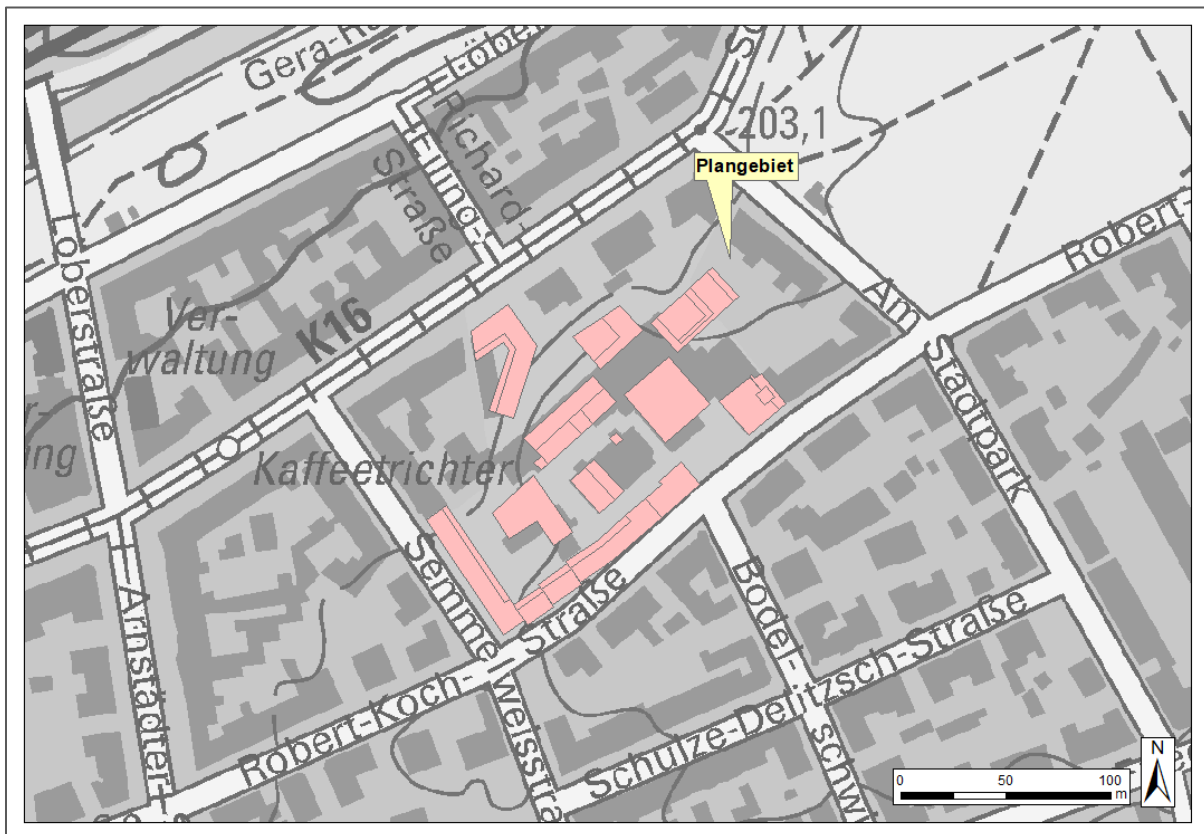


Abbildung 1.2: Übersichtsplan des Plangebietes

2 Allgemeine Hintergrundinformationen

Stickstoffoxide (NO_x) ist eine zusammenfassende Bezeichnung für Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2). Stickstoffoxide bilden sich fast ausschließlich bei Verbrennungsvorgängen in Motoren und Großfeuerungsanlagen. Bei diesen Verbrennungsprozessen entsteht in erster Linie Stickstoffmonoxid, das aber in der Atmosphäre schnell zum gesundheitsschädlichen Stickstoffdioxid umgesetzt wird.

In Großstädten ist die Konzentration von NO als primärem, kurzlebigen Abgasemissionsprodukt ein „Verkehrsindikator“. Die Konzentration von NO_2 als sekundärem, vergleichsweise stabilem und schädlicherem Umwandlungsprodukt ist eher ein Maß für die Auswirkungen des Verkehrs im Zusammenspiel der zugrundeliegenden Einflussgrößen. NO_2 ist gesundheitsschädlicher als NO und wirkt als Reizgas auf die Schleimhäute der Atemwege. Akute gesundheitliche Auswirkungen wie z.B. Störungen der Lungenfunktionen sind bei bestimmten Personen (Bronchitiker und Asthmatiker) ab einem gewissen Belastungsniveau festzustellen.

Unter Beteiligung von Wasser bilden sich aus den NO_x die Umwandlungsprodukte Salpetersäure und salpetrige Säure. Diese sind Teil der säurehaltigen Niederschläge und verantwortlich für die Versauerung der Böden und der Gewässer. Die Salze der Umwandlungsprodukte sind Nitrit und Nitrat. Durch den Eintrag in den Boden führen sie zu einer Düngung des Bodens mit Stickstoff. Naturnahe Ökosysteme, die auf nährstoffarme Böden angewiesen sind (z.B. Kalkmagerrasen), werden in ihrem Bestand und ihrer Entwicklung beeinträchtigt bzw. verdrängt. NO_x und deren Umwandlungsprodukte sind auch an Korrosionsvorgängen bei Metallen beteiligt. Stickoxide haben neben den flüchtigen organischen Verbindungen ebenfalls eine große Bedeutung als Vorläufersubstanzen für die sommerliche Ozonbildung.

Der Hauptverursacher ist der Verkehrsbereich, gefolgt von Kraftwerken, der Industrie sowie Haushalten und Kleinverbrauchern. Während sich der Stickstoffoxidausstoß der Kraftwerke durch den Einbau von Entstickungsanlagen in den vergangenen Jahren erheblich reduziert hat, ist der Anteil des Straßenverkehrs – trotz Katalysator – aufgrund des unverändert steigenden Fahr- und Transportaufkommens nur leicht gesunken.

3 Bewertungsmaßstab

Durch die EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie [EU 1996] und die zugehörigen Tochterrichtlinien [EU 1999] und [EU 2000] wurden europaweit gültige **Grenzwerte** für Immissionen durch die Luftschadstoffe festgeschrieben, die auch kleinräumig einzuhalten sind. Mit Novellierung der 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [22. BImSchV 2002] wurden diese Grenzwerte in nationales Recht überführt und sind seither als Bewertungsmaßstab heranzuziehen.

Seit dem 11.06.2008 ist zudem die neue Luftqualitätsrichtlinie [EU 2008] in Kraft getreten. Ihre Umsetzung in nationales Recht erfolgte mit Verabschiedung der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [39. BImSchV 2010]. Die bisherigen, in der 22. BImSchV festgelegten Luftqualitätsstandards NO₂ blieben erhalten. (siehe Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: NO₂-Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

| NO ₂ µg/m ³ Jahresmittel | NO ₂ [µg/m ³] Max. 1h-Wert |
|--|---|
| 40 | 200* |

* Maximal 18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig. Dies entspricht in etwa dem 99,8-Perzentil der Stundenmittelwerte.

Die Grenzwerte für NO₂ sind seit dem Jahr 2010 einzuhalten.

Allgemein ist zu beachten, dass die oben genannten Grenzwerte nur für Bereiche gelten, in denen sich Menschen aufhalten. Aufgrund der unterschiedlichen gesundheitlichen Auswirkungen entfalten die oben genannten Grenzwerte erst dann ihre rechtliche Wirkung, wenn die Bevölkerung den entsprechenden Schadstoffkonzentrationen über einen Zeitraum ausgesetzt ist, der der Mittelungszeit des betreffenden Grenzwertes Rechnung trägt.

Bei Überschreitungen bzw. der Gefahr des Überschreitens der Immissionsgrenzwerte ist im Einvernehmen mit den zuständigen Behörden (Straßenverkehrsbehörde, Immissionsschutzbehörde, Regierungspräsident u. a.) ein Luftreinhalteplan und ggf. auch ein Aktionsplan aufzustellen. Luftreinhaltepläne legen die erforderlichen Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung von Luftverunreinigungen fest. Aktionspläne hingegen definieren unmittelbar wirksame Maßnahmen zur kurzfristigen Senkung der Luftschadstoffimmissionen, um die Gefahr von Immissionsgrenzwertüberschreitungen zu verringern oder den Zeitraum währenddessen die Werte überschritten werden, zu verkürzen.

4 Eingangsdaten

4.1 Emissionen

Die Emissionsberechnung erfolgte mit dem vom Ingenieurbüro simuPLAN entwickelten Emissionsmodell *KFZEMISS*. Dieses Programm entspricht den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 7 [VDI 2003] und verwendet die im Handbuch für Emissionsfaktoren Version 4.1 (HBEFA 4.1) zusammengestellten Emissionsdaten [INFRAS 2019].

Mit Hilfe des Handbuchs können Emissionsfaktoren zahlreicher Luftschadstoffe und Klimagase in der Maßeinheit „g/km“ abgerufen werden, wie z.B. Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Partikelmasse und Kohlendioxid. Die Daten des Handbuchs sind nach zahlreichen Parametern, wie Antriebsart (Otto-, Dieselfahrzeug), Fahrzeugkategorie (Pkw, Lkw, Bus, etc.), Fahrzeugkonzept (Euro-Normen), Fahrzeugschicht (jeweilige Hubraum- bzw. Gewichtsklasse), Straßenkategorie (innerorts, außerorts, Autobahn), der dazugehörigen Verkehrssituation sowie möglichen Abgasminderungs-techniken, gegliedert. Bei Feinstäuben (PM2,5 und PM10) sind neben den Emissionen, die über das Abgas freigesetzt werden, auch die Emissionen zu berücksichtigen, die durch das Aufwirbeln von Teilchen aus Reifen- und Straßenabrieb, Kupplungs- und Bremsverschleiß u. a. entstehen. Hierfür sind in HBEFA 4.1 erstmals gesonderte Emissionsfaktoren enthalten. Hierfür sind in HBEFA 4.1 erstmals gesonderte Emissionsfaktoren enthalten.

4.1.1 Eingangsdaten für die Emissionsberechnung

4.1.1.1 Verkehrszahlen

Für die Ermittlung der Schadstoffemissionen werden Verkehrszahlen in Form von DTV-Werten (mittlere tägliche Verkehrsbelastung) und Anteilen schwerer Nutzfahrzeuge > 3,5 t (sNfz) benötigt. Entsprechende Angaben wurden uns vom Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung – Abteilung Verkehrsplanung in Erfurt zur Verfügung gestellt [Erfurt 2019].

4.1.1.2 Verkehrssituation und Störungsgrad

Zur Berechnung der Abgasemissionen auf der Grundlage des HBEFA 4.1 muss jeder Fahrspur eine Verkehrssituation zugewiesen werden. Eine Übersicht über die zur Verfügung stehenden Verkehrssituationen gibt die nachfolgende Abbildung.

| Gebiet | Strasstyp | Verkehrszustand | Tempo-Limit [km/h] | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|--|--|--|
| | | | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | >130 | | | |
| laendlich gepraegt | Autobahn | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Semi-Autobahn | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fern-, Bundesstrasse | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Hauptverkehrsstrasse | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Hauptverkehrsstrasse, kurvig | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sammelstrasse | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sammelstrasse, kurvig | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Erschliessungsstrasse | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agglo- meration | Autobahn | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Stadt-Autobahn | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fern-, Bundesstrasse | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Staedt. Magistrale / Ringstr. | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Hauptverkehrsstrasse | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sammelstrasse | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | |
| Erschliessungsstrasse | 5 VZustaende | | | | | | | | | | | | | | | | |

Zugeordneter Flottenmix-Typ:

- = Autobahn
- = Land
- = Agglo.

Abbildung 4.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1

Neben der Verkehrssituation ist auch die Wahl des Störungsgrades bei der Emissionsberechnung ein entscheidender Parameter. Im HBEFA 4.1 wird der Störungsgrad einer Straße über den sog. „Level of Service“ (LoS) abgebildet. Es stehen fünf LoS zur Verfügung: flüssig, dicht, gesättigt, stop & go und stop & go 2. Im Emissionsmodell KFZEMISS wird der LoS automatisch für jede Fahrspur im Tagesgang auf Grundlage der Verkehrsbelastung und typischer Straßenkapazitäten berechnet.

4.1.1.3 Kaltstartzuschläge

Bei der Emissionsbestimmung werden erhöhte Emissionen von Fahrzeugen, deren Motoren aufgrund der zurückgelegten Fahrstrecke noch nicht betriebswarm sind, durch so genannte Kaltstartzuschläge berücksichtigt. Die Ermittlung der Kaltstartzuschläge erfolgte auf der Basis der in Tabelle 4.1 aufgeführten Werte und einer für das Untersuchungsgebiet repräsentativen einjährigen Temperaturzeitreihe (TRY-Wetterdatensatz des Deutschen Wetterdienstes der Klimaregion 5).

Tabelle 4.1: Anteile des Verkehrs mit Fahrweiten kleiner als 5 km am DTV [VDI 2003]

| Gang Nr., | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----------|------|------|--------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Lage | AB | AO | > 30 Innenstadt | 10 - 30 Innenstadt | 5 - 10 Innenstadt | 5 - 20 Quellnah | < 2 Nebenstraße | > 10 Stadtstrand | 5 - 10 Stadtstrand | < 5 Stadtstrand | Ausfahrt Parken |
| 0-1 km | 0% | 0% | 6% | 12% | 20% | 50% | 40% | 3% | 6% | 22% | 100% |
| 1-2 km | 0% | 0% | 10% | 18% | 10% | 10% | 12% | 4% | 12% | 10% | 0% |
| 2-3 km | 0% | 0% | 16% | 12% | 15% | 9% | 15% | 3% | 5% | 5% | 0% |
| 3-4 km | 0% | 0% | 18% | 9% | 10% | 9% | 8% | 20% | 15% | 5% | 0% |
| 4-5 km | 0% | 0% | 15% | 9% | 8% | 9% | 8% | 10% | 10% | 5% | 0% |
| >5 km | 100% | 100% | 35% | 40% | 37% | 33% | 17% | 60% | 52% | 53% | 0% |

4.1.1.4 Längsneigung

Die Längsneigung einer Straße hat einen großen Einfluss auf die Ergebnisse einer Emissionsberechnung, da bergauffahrende Kfz deutlich mehr emittieren als bergabfahrende. Die Längsneigung wurde für jede Straßenspur auf der Grundlage eines digitalen Geländemodells bestimmt.

4.1.1.5 Flottenzusammensetzung

In die Emissionsberechnung fließt die sich zukünftig ändernde Zusammensetzung der Kraftfahrzeugflotte ein. Je weiter der Prognosehorizont in der Zukunft liegt, um so niedriger sind die ausgestoßenen Emissionen, da kontinuierlich Fahrzeuge mit schlechter Abgasreinigung durch moderne Euro 6-Fahrzeuge mit verbesserter Abgasreinigung ersetzt werden [INFRAS 2019]. Weitere Reduzierungen der Emissionen durch den Straßenverkehr ergeben sich zukünftig durch den zunehmenden Anteil der E-Mobilität.

4.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Eingangsdaten

In der nachfolgenden Tabelle sind die relevanten Eingangsparameter für die Emissionsberechnung zusammengestellt.

Die räumliche Zuordnung der Straßenquerschnitte veranschaulicht die Abbildung 4.2.

Tabelle 4.2: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung für das Prognoseszenario 2024

| Querschnitt | Verkehrsmengen | | | Gang Nr. (vgl. Tabelle 4.1) | Verkehrssituation nach HBEFA [INFRAS 2019] |
|-------------------------|------------------|-------------|-------------|--------------------------------|--|
| | DTV [Kfz/Tag] | INfz [%] | sNfz [%] | | |
| Q1 – Schillerstr. West | 18.000 | - | 4,0 | 4 | Agglo/HVS/50 |
| Q2 – Schillerstr. Mitte | 18.000 | - | 4,0 | 4 | Agglo/HVS/50 |
| Q3 – Schillerstr. Ost | 18.000 | - | 4,0 | 4 | Agglo/HVS/50 |



Abbildung 4.2: Lage der Querschnitte

4.1.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung

Auf der Basis der oben angegebenen Methodik, Daten und Annahmen wurden mit Hilfe von synthetischen Tagesganglinien des Verkehrsaufkommens [HEUSCH, BOESEFELDT 1995] die NO_x- und NO₂-Emissionen für das Bezugsjahr 2024 bestimmt. In der Tabelle 4.3 sind die berechneten Emissionsraten zusammengestellt.

Tabelle 4.3: Ergebnisse der Emissionsberechnung

| Prognoseszenario 2024 | | |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Straßenquerschnitt | NO_x [g/(h·km)] | NO₂ [g/(h·km)] |
| Q1 – Schillerstr. West | 263,8 | 74,0 |
| Q2 – Schillerstr. Mitte | 267,8 | 75,5 |
| Q3 – Schillerstr. Ost | 232,7 | 64,9 |

4.2 Meteorologische Eingangsdaten

Zur Beurteilung der Windverhältnisse vor Ort wurde auf eine Wetterstatistik der DWD-Wetterstation am Flughafen Erfurt/Weimar zurückgegriffen. Da sich die Wetterstation nicht im Untersuchungsgebiet befindet, müssen zur Ermittlung der lokalen Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet die Winddaten der DWD-Station auf die Erfurter Innenstadt übertragen werden [VDI 2019]. Hierzu wurden in Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Erfurt die Windgeschwindigkeiten der DWD-Station um 30% reduziert.

Die Abbildung 4.3 verdeutlicht, dass im Untersuchungsgebiet bevorzugt Winde aus südwestlichen und nordöstlichen Richtungen auftreten. Hohe Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeiten treten insbesondere bei südwestlichen und westlichen Windrichtungen, erheblich seltener auch bei östlichen Richtungen auf, so dass diese Windrichtungen für Aspekte der Luftschadstoffausbreitung besonders relevant sind.

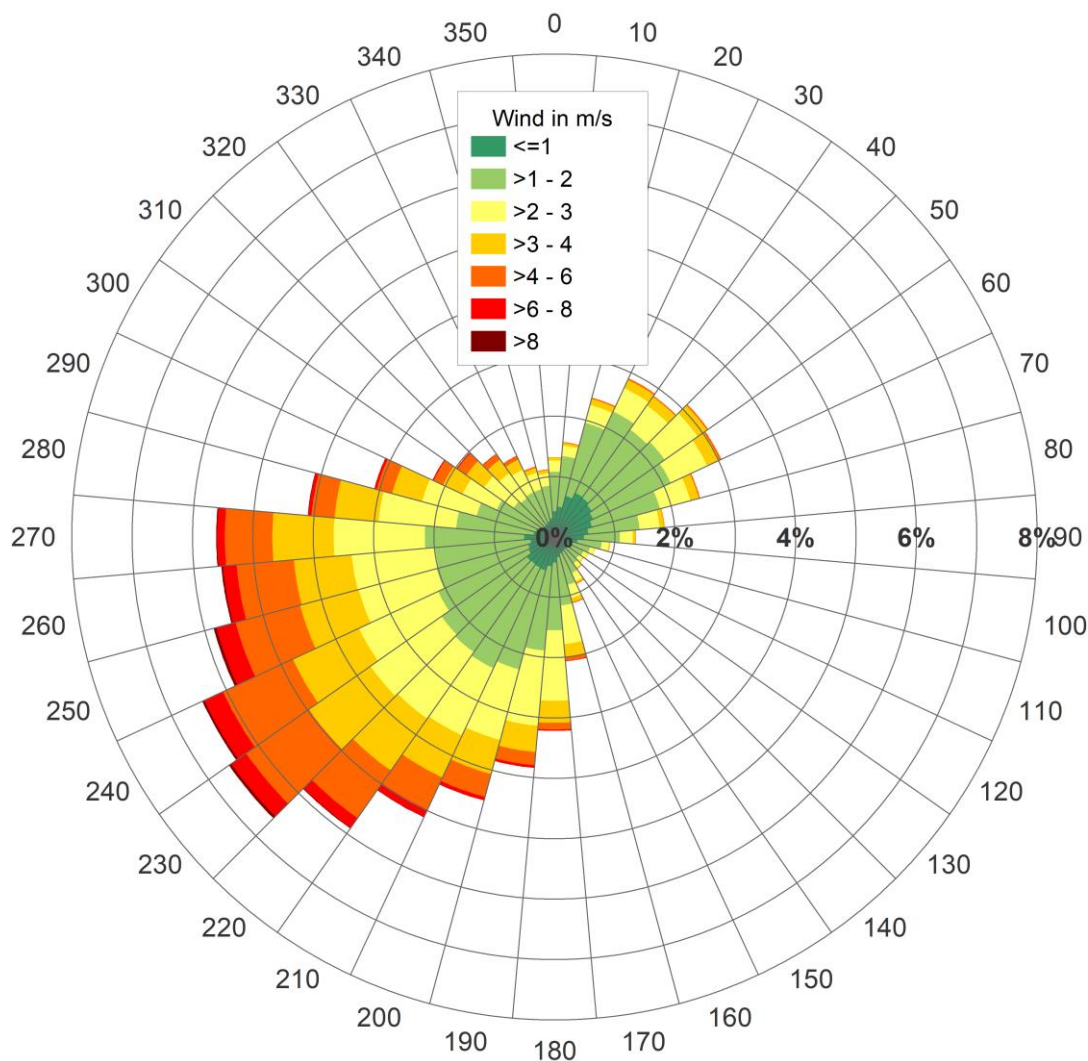


Abbildung 4.3: Windrichtungsverteilung der Messstation Erfurt Flughafen

Datengrundlage: Windmessdaten des Zeitraumes 01.01.1989 bis 31.12.2018

4.3 Hintergrundbelastung

Die lokalen Schadstoffkonzentrationen im Untersuchungsraum setzen sich zusammen aus der großräumigen Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung. Die Vorbelastung wird verursacht durch Emissionen der Industrie, des Gewerbes, des Hausbrandes, des Verkehrs außerhalb des Untersuchungsgebietes sowie durch Ferntransporte.

Die Bestimmung der Werte für die Hintergrundbelastung erfolgte in Abstimmung mit dem Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz auf der Grundlage von Immissionskenngrößen der Hintergrundstationen Erfurt, Krämpferstraße 25 aus den Jahren 2014 bis 2018 (vgl. Tabelle 4.4).

Tabelle 4.4: Werte der Hintergrundbelastung

| NO ₂ -JMW [µg/m ³] | NO-JMW [µg/m ³] | Ozon-JMW [µg/m ³] |
|--|--------------------------------|----------------------------------|
| 21 | 8 | 44 |

Aufgrund verschärfte politischer Vorgaben zur Emissionsminderung ist in den nächsten Jahren von weiter zurückgehenden Hintergrundbelastungswerten auszugehen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurde auf eine Reduktion der Hintergrundbelastung für das Bezugsjahr des Planfalls (2024) verzichtet.

5 Immissionsprognose

5.1 Rechenmodell

Die Berechnung der Luftschadstoff-Immissionen erfolgte mit der aktuellen Version des Rechenmodells MISKAM [EICHHORN 1989]. Dieses Rechenmodell wurde an der Universität Mainz entwickelt und entspricht dem gegenwärtigen Wissensstand der mikro-meteorologischen Strömungs- und Ausbreitungssimulation.

Das Rechenmodell wurde durch umfangreiche Vergleichsrechnungen mit Windkanaluntersuchungen gemäß den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung“ validiert.

5.2 Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngrößen

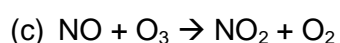
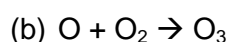
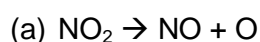
Die Jahresmittelwerte für NO₂ und NO_x werden auf der Basis von 36 Einzelsimulationen mit der mittleren stündlichen Emissionsstärke berechnet. Hierbei werden 36 Windrichtungen (10° Sektoren) bei einer neutral geschichteten Atmosphäre untersucht. Für jede Windrichtung wird zunächst das Wind- und Turbulenzfeld prognostiziert. Diese meteorologischen Felder gehen in die daran anschließende Simulation der Schadstoffausbreitung ein.

Die Jahreskenngrößen werden nach Abschluss der Rechnungen mit einem speziellen Auswertprogramm bestimmt. Dieses sucht zu jeder der 36 Einzelsimulationen die Stunden der Wetterstatistik, in denen die gleiche Windrichtung auftrat. Für jede dieser Stunden werden die Immissionen ermittelt. Hierbei werden die Immissionswerte der Einzelsimulationen, die in der betreffenden Stunde auftretende Emissionsstärke und die Windgeschwindigkeit berücksichtigt.

5.2.1 Modellierung von NO₂ im Straßenraum

Für NO₂ müssen bei der Bestimmung des Jahresmittelwertes neben der Quellstärke, dem Transport und der Turbulenz auch schnell ablaufende chemische Umwandlungsprozesse berücksichtigt werden, bei denen es zu einer teilweisen Umwandlung von NO in NO₂ kommt. Die Intensität des Umwandlungsprozesses ist von einer Vielzahl von Parametern – z. B. der Temperatur, der kurzwelligen Strahlungsintensität sowie den Hintergrundbelastungen von NO, NO₂ und Ozon - abhängig.

Üblicherweise wird in einer Straßenschlucht das Reaktionsschema zur Bildung von NO₂ auf die folgenden Reaktionsgleichungen beschränkt [UBA 2011]:



In der für die Ausbreitung im Straßenraum relevanten Zeitskala sind dies die entscheidenden Reaktionen.

Die Geschwindigkeit der Reaktion (a) wird durch die NO₂-Photolysefrequenz J [s⁻¹], die der Reaktion (c) durch die Reaktionskonstante k [(ppb s)⁻¹] bestimmt.

Um nun die NO₂-Gesamtbelastung im Straßenraum zu bestimmen kann nach [HERTEL & BERKOWICZ 1989] die folgende Gleichung verwendet werden:

$$[\text{NO}_2]^T = 0,5 * (B - \text{sqrt}(B^2 - 4 * ([\text{NO}_x]^T * [\text{NO}_2]^O + [\text{NO}_2]^n * D)) \quad (1)$$

mit

$$[\text{NO}_2]^n = [\text{NO}_2]^V + [\text{NO}_2]^B \quad (2)$$

$$[\text{NO}_2]^O = [\text{NO}_2]^n + [\text{O}_3]^B \quad (3)$$

$$B = [\text{NO}_x]^T + [\text{NO}_2]^O + R + D \quad (4)$$

$$R = J/k \quad (5)$$

$$D = 1/(\tau k) \quad (6)$$

[DÜRING & BÄCHLIN 2009] haben diesen Ansatz dahingehend abgewandelt, dass die zeitabhängigen Größen J, k und τ als konstante Parameter mit den folgenden Werten verwendet werden können:

$$J = 0,0045 \text{ s}^{-1}$$

$$K = 0,00039 \text{ (ppb s)}^{-1}$$

$$\tau = 100 \text{ s}$$

5.2.2 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundengrenzwertes

Nach der 39. BImSchV dürfen die NO₂-Stundenmittelwerte maximal 18-mal in einem Jahr den Wert von 200 µg/m³ überschreiten. Um zu überprüfen, ob diese Bedingung eingehalten ist, muss das 99,79-Perzentil aller NO₂-Stundenmittelwerte eines Jahres bestimmt werden.

Statistische Auswertungen zeigen, dass die Bestimmung eines so hohen Perzentils mittels einer Regressionsbeziehung mit sehr großen Unsicherheiten behaftet ist.

Zur Bestimmung des Einhaltens des Grenzwertes wird für den NO₂-Stundenwert daher ein anderer Ansatz gewählt [IVU 2011]. Passt man die logistische Funktion

$$P_{19h>200} = \frac{1}{1 + e^{-(A+B[\text{NO}_x])}} \quad (7)$$

an, so erhält man eine statistische Beziehung zwischen der Wahrscheinlichkeit einer mindestens 19-maligen NO₂- Grenzwertüberschreitung und dem NO_x-Jahresmittelwert (siehe Abbildung 5.1).

Statistische Auswertungen im Rahmen des oben genannten Forschungsprojektes ergaben folgende Werte für die Koeffizienten: A=-5,216 und B=0,0228.

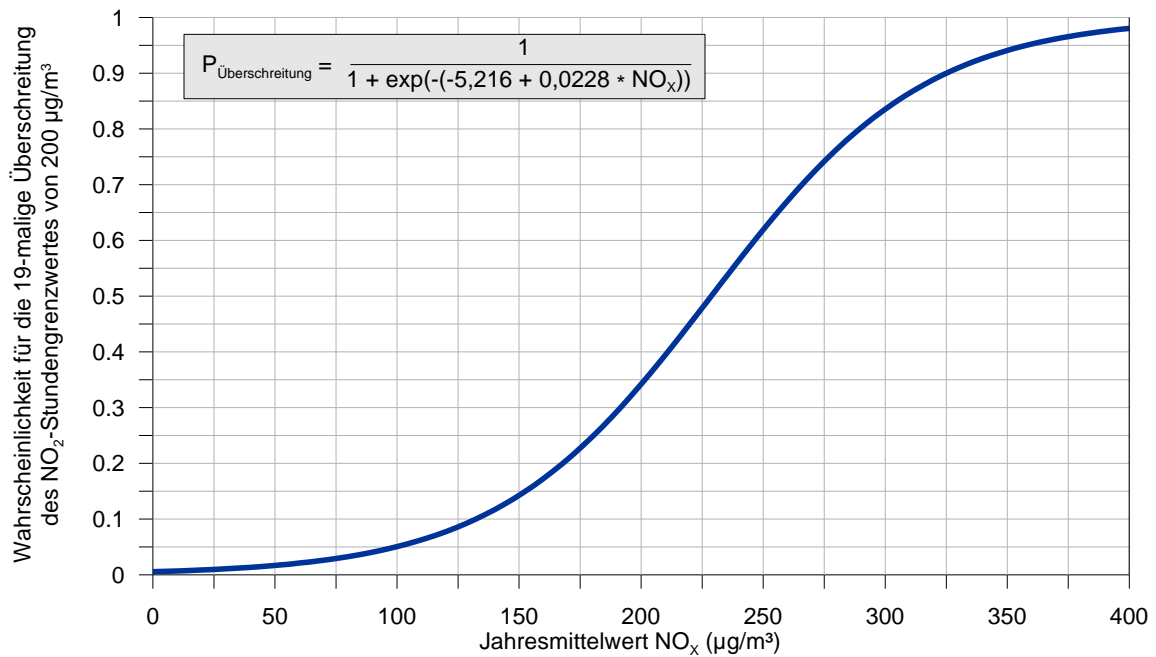


Abbildung 5.1: Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO₂-Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO_x

6 Ergebnisse

Auf der Grundlage der Ausbreitungsrechnungen wurden die Immissionskenngrößen nach der in Kapitel 5.2 beschriebenen Methodik ermittelt und tabellarisch für repräsentative Aufpunkte ausgewertet (vgl. Tabelle 6.1).

Die Lage der Aufpunkte ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.



Abbildung 6.1: Lage der Aufpunkte

Tabelle 6.1: Prognostizierte NO₂ - Immissionskenngrößen

| Prognoseszenario 2024 | | |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Aufpunkt | NO ₂ | |
| | Jahresmittel [µg/m ³] | P _{19h>200} in %* |
| P1 | 30,1 | 1,8 |
| P2 | 28,9 | 1,7 |
| P3 | 29,4 | 1,7 |
| P4 | 29,1 | 1,7 |

*) empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO₂-Stundengrenzwertes

Die Ergebnisabbildung 6.2 verdeutlicht die räumliche Immissionsverteilung beim Prognoseszenario für die Immissionskenngröße NO₂-Jahresmittelwert.

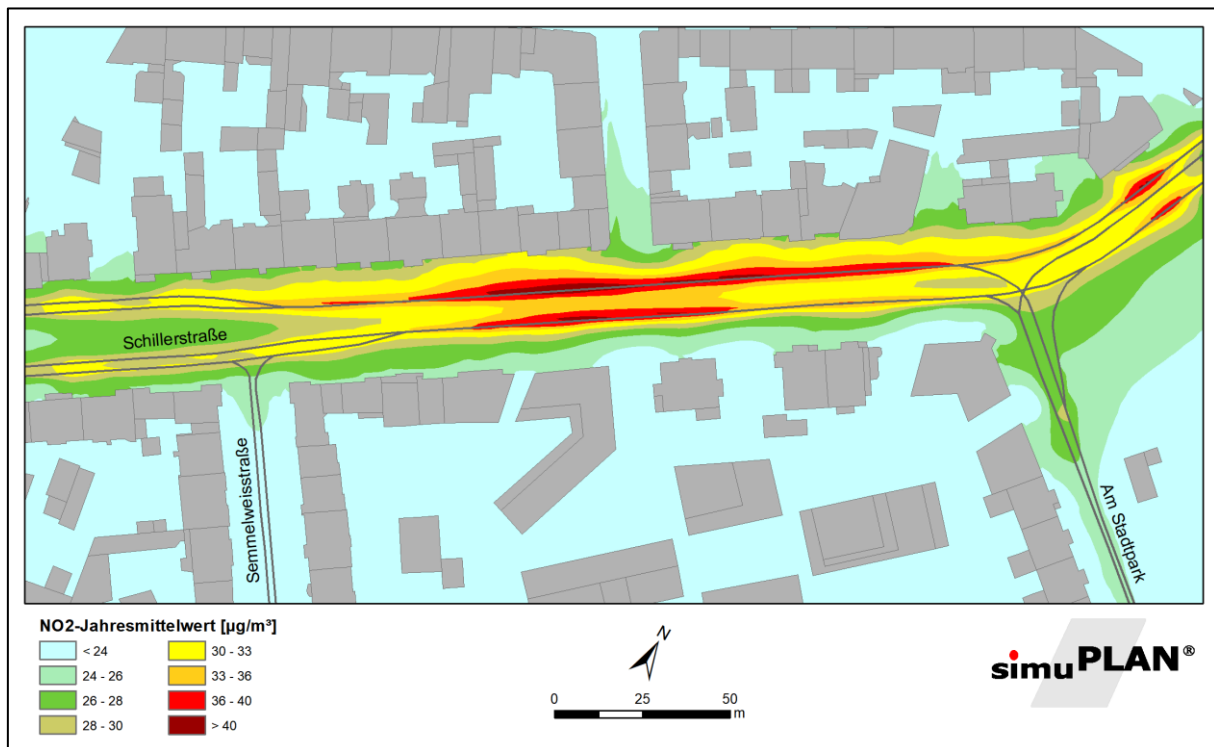


Abbildung 6.2: Jahresmittel der NO₂-Immissionen

Die zuvor dokumentierten Ergebnisse der Simulationsrechnungen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Im Untersuchungsraum liegen insgesamt günstige lufthygienische Verhältnisse vor. Die prognostizierten Jahresmittelwerte liegen für NO₂ an der Planbebauung meistens nur unwesentlich über den Werten der Hintergrundbelastung.

Lediglich unmittelbar über der Fahrbahn der Schillerstraße treten in lokal engbegrenzten Bereichen erhöhte Immissionen über dem Grenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Durch die in südwestlich verlaufende Randbebauung und der Hauptwindrichtung aus Südwest kommt es im Straßenraum der Schillerstraße zu einer guten Durchlüftung. Die ermittelten Immissionskenngrößen liegen daher beidseitig der Straße deutlich unter den entsprechenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

In den anderen Bereichen des Plangebietes werden sehr niedrige Immissionswerte ausgewiesen, die nur unwesentlich über den Werten der Hintergrundbelastung liegen.

Die Ergebnisse belegen, dass eine Überschreitung der NO₂-Grenzwerte im Bereich der Bestandsbebauung und der geplanten Bebauung mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Somit sind auch nach einer baulichen Umsetzung der Planung überall gute lufthygienische Verhältnisse gewährleistet.

Fazit

Aus lufthygienischer Sicht ist eine Umsetzung der Planung somit unbedenklich. Dies gilt insbesondere unter Berücksichtigung der konservativen Annahme einer bis zum Jahr 2024 gleichbleibenden Hintergrundbelastung.

7 Zusammenfassung

Die Stadt Erfurt beabsichtigt im Stadtteil Löbervorstadt auf dem ehemaligen Braugoldareal durch Umnutzung, Abbruch und Neubau eine Wohnbebauung mit ca. 220 Wohnungen zu errichten. Zur Umsetzung des Vorhabens ist die Aufstellung eines Bebauungsplanes erforderlich. Mit dem vorhabenbezogenen Bebauungsplan sollen die planungsrechtlichen Rahmenbedingungen für die städtebauliche Neuordnung des Quartiers geschaffen werden.

Im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes wurde das Ingenieurbüro simuPLAN mit der Erstellung eines lufthygienischen Fachgutachtens beauftragt. Ziel der Untersuchungen ist es, die Luftschadstoffimmissionen, die auf das Plangebiet und die an das Plangebiet angrenzende Bestandsbebauung einwirken, zu bestimmen und zu bewerten und ggf. durch geeignete planerische Maßnahmen die Einhaltung von Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit sicher zu stellen.

Um eine Abschätzung möglicher Auswirkungen der vorliegenden Planung zu ermöglichen, wurden die Ausbreitungsrechnungen für ein „ein „Prognoseszenario 2024“ durchgeführt.

Die Immissionsprognosen wurden mit dem mikroskaligen Windfeld- und Ausbreitungsmodell MISKAM für die beurteilungsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) durchgeführt.

Zur Berücksichtigung der lokalen Windverhältnisse wurde in Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Erfurt eine Wetterstatistik der DWD-Wetterstation am Flughafen Erfurt/Weimar auf die das Plangebiet übertragen. Hierzu wurden die Windgeschwindigkeiten der DWD-Station um 30% reduziert.

Neben den Luftschadstoffimmissionen, die durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursacht werden, wurde auch der Immissionsbeitrag durch Schadstoffquellen außerhalb des Untersuchungsgebietes - die so genannte Vorbelastung – berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen weisen im Untersuchungsraum insgesamt günstige lufthygienische Verhältnisse aus. Die ermittelten Immissionskenngrößen liegen an der Bestandsbebauung der Schillerstraße und an den geplanten Gebäuden deutlich unter den entsprechenden Grenzwerten der 39. BImSchV. Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV können daher ausgeschlossen werden.

Aus lufthygienischer Sicht ist eine Umsetzung der Planung somit unbedenklich.

8 Literaturverzeichnis

[22. BImSchV 2002]

Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV –) vom 11.09.2002, BGBl. I, S. 3626.

[39. BImSchV 2010]

Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39.BImSchV) vom 02.08.2010, BGBl. I S. 1065.

[BMU 2010]

Görgen, R.: Aktivitäten der Bundesregierung zur Minderung der NO₂-Belastung. – Vortrag zur Fachtagung „Herausforderung NO₂-Immissionen Gesetzgebung, Luftbelastung, Lösungen“, Heidelberg, März 2010.

[EICHHORN 1989]

Eichhorn, J.: Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Stadtklima-Modells, Dissertationsarbeit zur Erlangung des Grades „Doktor der Naturwissenschaften“ am Fachbereich Physik der Johannes-Gutenberg-Universität. Mainz, 1989.

[ERFURT 2019]

Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung – Abteilung Generelle Verkehrsplanung, Verkehrsdaten, November 2019.

[EU 1996]

Richtlinie 96/62/EG des Rates über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität, vom 27. September 1996.

[EU 1999]

Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, 29.6.1999.

[EU 2000]

Richtlinie 2000/30/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, 13.12.2000.

[EU 2008]

Richtlinie 2008/50EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, 11.06.2008.

[HEUSCH, BOESEFELDT 1995]

Hochrechnungsfaktoren für manuelle und automatische Kurzzeitmessungen im Innerortsbereich (FE-Nr. 77 224/93), im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr. Aachen, 1995.

[INFRAS 2019]

Keller, M.: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1, 2019.

[INGENIEURGESELLSCHAFT STOLZ mbH 2009]

Ingenieurgesellschaft Stolz mbH: Verkehrsuntersuchung zum 6-streifigen Ausbau der BAB 43 zwischen AS Recklinghausen/Herten und AS Recklinghausen-Hochlarmark, Mai 2009.

[IVU 2011]

Diegmann, V.: IMMIS Luft – Handbuch zur Version 5.2, März 2011.

[VDI 2003]

VDI 3782, Blatt 7: Kfz-Emissionsbestimmung, Kommission Reinhaltung der Luft: November 2003.

[VDI 2013]

Verein Deutscher Ingenieure: VDI 3783, Blatt 14. Umweltmeteorologie. Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung. Kraftfahrzeugbedingte Immissionen. Kommission Reinhaltung der Luft. August 2013.

[VDI 2019]

VDI-Richtlinie 3787, Blatt 4: Umweltmeteorologie – Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung (Entwurf), Sept. 2019