

Ostwestfalendamm in Bielefeld

Fachgutachten zu den Luftschadstoffimmissionen

Auftraggeber: Stadt Bielefeld - Umweltamt
August-Bebel-Straße 75-77
33602 Bielefeld

Auftrags-Nr.: 1962-I

Datum: 22.02.2018

Bearbeiter:


Dipl.- Geogr. Thorsten Stock


Dipl.- Met. Georg Ludes

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	3
1 Aufgabenstellung.....	5
2 Allgemeine Hintergrundinformationen.....	6
2.1 Stickstoffdioxid (NO ₂).....	6
2.2 Feinstaub (PM).....	7
3 Bewertungsmaßstab.....	9
4 Eingangsdaten.....	10
4.1 Emissionen.....	10
4.1.1 Eingangsdaten für die Emissionsberechnung.....	10
4.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Eingangsdaten.....	13
4.1.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung.....	17
4.2 Meteorologische Eingangsdaten.....	18
4.3 Hintergrundbelastung.....	19
5 Immissionsprognose.....	20
5.1 Rechenmodell.....	20
5.2 Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngößen.....	21
5.2.1 Umwandlung von NO _x zu NO ₂	21
5.2.2 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des NO ₂ -Stundengrenzwertes.....	23
5.2.3 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des PM ₁₀ -Tagesgrenzwertes.....	24
6 Ergebnisse.....	25
6.1 NO ₂	25
6.2 Feinstaub (PM ₁₀ und PM _{2,5}).....	30
6.3 Bewertung und Einordnung der Ergebnisse.....	35
7 Zusammenfassung.....	36
8 Literaturverzeichnis.....	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Grenzwerte der verkehrsrelevanten Schadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach [39. BImSchV 2010].....	9
Tabelle 4.1:	Anteile des Verkehrs mit Fahrweiten < 5 km am DTV [VDI 2003].....	11
Tabelle 4.2:	PM ₁₀ -Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abriebe (Auf/Ab) differenziert nach Verkehrssituation (Quelle: [LOHMEYER 2011]).....	12
Tabelle 4.3:	PM _{2,5} -Emissionsfaktoren für den Abrieb nach CORINAIR	13
Tabelle 4.4:	Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Analysefall	15
Tabelle 4.5:	Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Prognosefall	16
Tabelle 4.6:	Ergebnisse der Emissionsberechnung (Angaben in [g/(h·km)]).....	17
Tabelle 4.7:	Messdaten der Station Bielefeld-Ost	19
Tabelle 5.1:	Kenndaten des Rechengitters	20
Tabelle 6.1:	Prognostizierte NO ₂ -Immissionskenngößen	27
Tabelle 6.2:	Prognostizierte PM ₁₀ -Immissionskenngößen.....	30
Tabelle 6.3:	Prognostizierte PM _{2,5} -Immissionskenngößen	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Lage der Rechengebiete	5
Abbildung 4.1:	Verkehrssituationen gemäß HBEFA 3.3.....	10
Abbildung 4.2:	Lage der Querschnitte im Rechengebiet Nord.....	13
Abbildung 4.3:	Lage der Querschnitte im Rechengebiet Süd	14
Abbildung 4.4:	Windrichtungsverteilung der DWD-Messstation Gütersloh	18
Abbildung 5.1:	Statistischer Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten von NO _x und NO ₂ (Typ Stadt).....	22
Abbildung 5.2:	Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO ₂ -Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO _x	23
Abbildung 5.3:	Bestimmung der Anzahl der PM ₁₀ -Überschreitungstage aus dem PM ₁₀ -Jahresmittelwert.....	24
Abbildung 6.1	Jahresmittel der NO ₂ -Konzentration im Analysefall – RG Nord	28
Abbildung 6.2	Jahresmittel der NO ₂ -Konzentration im Analysefall – RG Süd.....	28
Abbildung 6.3	Jahresmittel der NO ₂ -Konzentration im Prognosefall – RG Nord.....	29
Abbildung 6.4	Jahresmittel der NO ₂ -Konzentration im Prognosefall – RG Süd	29
Abbildung 6.5	PM ₁₀ -Überschreitungstage im Analysefall – RG Nord	32

Abbildung 6.6	PM ₁₀ -Überschreitungstage im Analysefall im Analysefall – RG Süd	32
Abbildung 6.7	PM ₁₀ -Überschreitungstage im Prognosefall – RG Nord	33
Abbildung 6.8	PM ₁₀ -Überschreitungstage im Prognosefall – RG Süd	33

1 Aufgabenstellung

Zahlreiche Bürger, die in der Nähe des Ostwestfalendamms wohnen, haben bei der Straßenverkehrsbehörde einen Antrag auf Reduzierung der Geschwindigkeit auf 80 km/h gestellt, um neben den Lärmbelastungen auch die Luftschadstoffbelastungen zu senken.

Vor diesem Hintergrund wurde das Ingenieurbüro simuPLAN beauftragt, die Stickstoffdioxid (NO₂)- und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5})-Immissionen entlang der Trasse mit Hilfe von Simulationsrechnungen zu bestimmen und anhand der Grenzwerte der 39. BImSchV zu bewerten.

Die Konzentrationen weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich, wie z.B. Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Benzol liegen heute aufgrund der bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen auch an höchstbelasteten „Hot Spots“ deutlich unterhalb gesundheitsbezogener Grenz- und Richtwerte. Sie wurden daher nicht weiter betrachtet.

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsrechenmodell MISKAM für zwei Untersuchungsvarianten durchgeführt:

Analysefall: Verkehrszahlen und Emissionsfaktoren für das Jahr 2017

Prognosefall: Verkehrszahlen und Emissionsfaktoren für das Jahr 2030

Die Lage der beiden Rechengebiete ist in Abbildung 1.1 farblich dargestellt.

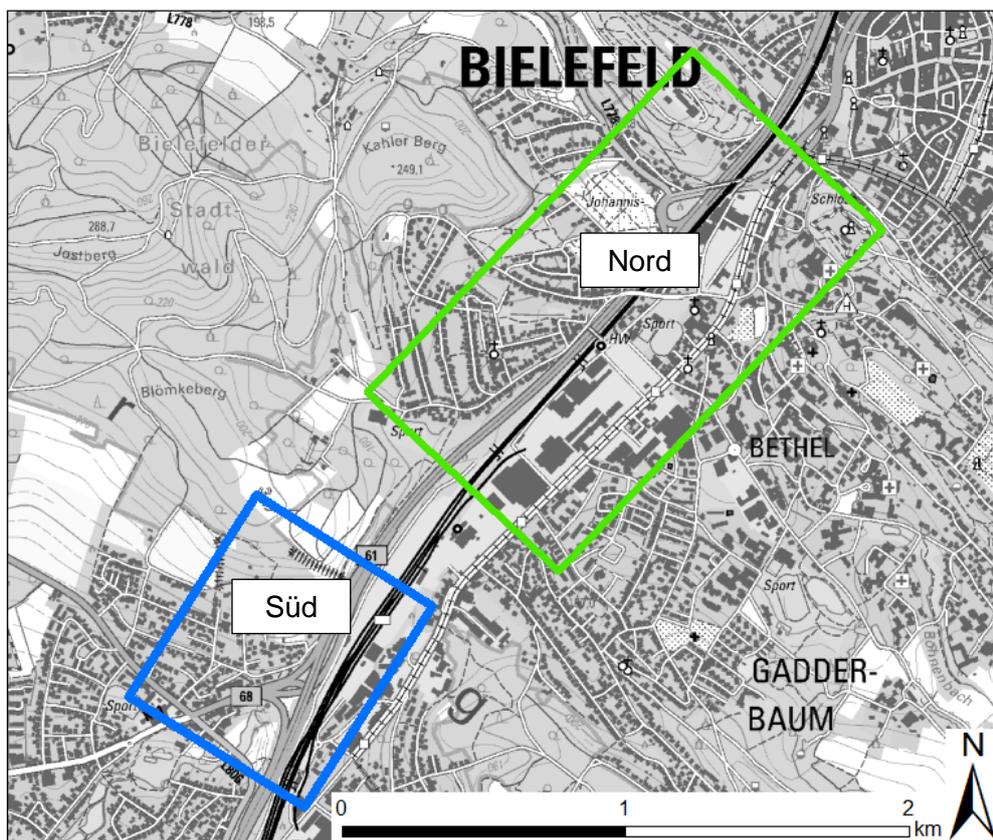


Abbildung 1.1: Lage der Rechengebiete

2 Allgemeine Hintergrundinformationen

2.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Stickstoffoxide (NO_x) ist die zusammenfassende Bezeichnung für Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂). 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 NO₂ als sekundärem, vergleichsweise stabilem und schädlicherem Umwandlungsprodukt ist eher ein Maß für die Auswirkungen des Verkehrs im Zusammenspiel der zugrunde liegenden Einflussgrößen. NO₂ 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.

2.2 Feinstaub (PM)

Feinstäube werden anhand ihres Durchmessers in drei Kategorien unterteilt:

Inhalierbarer Feinstaub PM ₁₀ *:	< 10 µm
Lungengängiger Feinstaub PM _{2,5} *:	< 2,5 µm
Ultrafeine Partikel UP:	< 0,1 µm

*PM: Particulate Matter

Feine Teilchen (von weniger als 2,5 µm Durchmesser) und ultrafeine Teilchen (bis unter 0,1 µm Durchmesser), die für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar sind, machen dabei den gesundheitlich relevanten Teil des Schwebstaubs aus.

Die Teilchen stammen aus natürlichen und anthropogenen - also durch menschliche Aktivitäten erschlossene Quellen, die man in sekundäre und primäre Quellen unterteilt.

Zu den primären natürlichen Quellen zählen z.B. Seesalzaerosole, Bodenerosion, Vulkanismus, Biomasseverbrennung (Waldbrände) und biogene Quellen (Viren, Bakterien, Algen, Pilze, Pflanzenteile). Unter sekundären natürlichen Quellen versteht man chemische und physikalische Vorgänge in der Atmosphäre, die zu einer Entstehung von Partikeln führen.

Insbesondere für die Beurteilung regionaler und lokaler Staubbelastungen spielen jedoch anthropogene primäre Quellen eine entscheidende Rolle. Industrieprozesse, Straßenverkehr (unvollständige Verbrennung, Reifenabrieb, Aufwirbelung), Kraft- und Fernheizwerke (Flugaschepartikel), Haushalte, Kleinverbraucher und Schüttgutumschläge sind Hauptquellen für Staub.

Sekundär anthropogen gebildete Partikel entstehen durch chemische und physikalische Reaktionen anthropogener Vorläufersubstanzen wie Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe (VOC), Nitrat und Ammoniak (NH₃), deren Quellen hauptsächlich in Industrie, Verkehr und Landwirtschaft zu suchen sind.

Größenverteilung, Zusammensetzung und Morphologie von Feinstaub stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit Art und Weise seiner Bildung.

Man findet kristalline, kubische, runde und unregelmäßige Teilchen.

Die Zusammensetzung von Feinstaub richtet sich nach dem lokalen Auftreten von relevanten Quellen. So unterscheidet sich die Zusammensetzung des Feinstaubes in ländlichen Räumen von der in industriell geprägten Gebieten. So verursachen die hohen Ammoniak-Emissionen in landwirtschaftlich geprägten Räumen mit Schwerpunkt auf Viehzucht relativ hohe Sekundäraerosol-Konzentrationen.

Grundsätzlich bestimmen drei Komponenten die Zusammensetzung von Feinstaub:

Die kohlenstoffhaltige Komponente setzt sich zusammen aus dem organisch gebundenen

Kohlenstoff (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK, biogenes Material) und dem elementaren Kohlenstoff (z.B. Dieselruß). Eine andere Komponente sind sekundär in der Atmosphäre gebildete Ionen wie Sulfat, Nitrat und Ammonium. Letztlich bilden natürliche Verbindungen wie Silizium, Aluminium, Eisen, Kalzium, Magnesium usw. als dritte Komponente eine untergeordnete Komponente. Zusätzlich und regional begrenzt treten Schwermetalle und kanzerogene Stoffe aus Industrieprozessen auf.

Die gesundheitliche Wirkung von Stäuben insbesondere von Feinstaub wurde gerade in den letzten Jahren in umweltepidemiologischen und toxikologischen Studien beschrieben. Ob eine Gefahr für unsere Gesundheit besteht, hängt ganz entscheidend von der Konzentration, der Expositionszeit und der Partikelgröße ab.

Es werden der inhalierbare Feinstaub PM₁₀, der lungengängige Feinstaub und der ultrafeine Feinstaub unterschieden. Die inhalierbare Fraktion wird durch Mund- und Nasenöffnung eingeatmet und zum Teil dort gebunden. Die lungengängige Fraktion gelangt beim Einatmen über den Kehlkopf in die Lunge hinein, während die ultrafeine Fraktion bis in die inneren Teile der Lunge – die Alveolen – vordringt.

Das bedeutet, je kleiner die Partikel sind, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese in die sensible alveolare Region vordringen und dort deponiert werden. Lösliche Anteile können toxische Substanzen freisetzen und somit zu entzündlichen Prozessen führen. Unlösliche Anteile bilden Schnittstellen zu Zellen, Gewebe und Lungenflüssigkeit.

Erhöhte Konzentrationen von Feinstaub können abhängig von der Konzentration und Dauer der Exposition zum Auftreten von Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, zu vermehrten Atemwegssymptomen bei Asthmatikern und sogar zum Anstieg der Mortalität führen.

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 für PM₁₀ und NO₂ blieben erhalten. Zusätzlich wurden sie um einen Immissionsgrenzwert für lungengängigen Feinstaub (PM_{2,5}) ergänzt (siehe Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Grenzwerte der verkehrsrelevanten Schadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach [39. BImSchV 2010]

PM ₁₀ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]	PM _{2,5} [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]
Jahresmittel	Tagesmittel	Jahresmittel	Jahresmittel	Max. 1h-Wert
40	50*	25	40	200**

* Maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig. Dies entspricht in etwa dem 90,4-Perzentil der Tagesmittelwerte.

** 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, die Grenzwerte für PM₁₀ seit dem Jahr 2005 und der Grenzwert für PM_{2,5} seit 2015 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 Emissionsberechnungen erfolgten 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 3.3 [INFRAS 2017] zusammengestellten Emissionsdaten.

Diese Emissionsdaten berücksichtigen auch neue Erkenntnisse, die nach Bekanntwerden der Manipulationen an der Abgasreinigung von Dieselfahrzeugen gewonnen wurden.

Aus dem Handbuch 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 Abgasminderungstechniken, gegliedert.

4.1.1 Eingangsdaten für die Emissionsberechnung

4.1.1.1 Verkehrszahlen

Für die Berechnung der Schadstoffemissionen werden Verkehrszahlen in Form von DTV-Werten (durchschnittlicher täglicher Verkehr) und Anteilen leichter und schwerer Nutzfahrzeuge benötigt. Hierbei wurde auf Angaben zurückgegriffen, die vom Amt für Verkehr der Stadt Bielefeld zur Verfügung gestellt wurden.

4.1.1.2 Verkehrssituation und Störungsgrad

Zur Berechnung der Abgasemissionen auf der Grundlage des HBEFA 3.3 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	4 V'Zustaende																
	Semi-Autobahn	4 V'Zustaende																
	Fern-, Bundesstrasse	4 V'Zustaende																
	Hauptverkehrsstrasse	4 V'Zustaende																
	Hauptverkehrsstrasse, kurvig	4 V'Zustaende																
	Sammelstrasse	4 V'Zustaende																
	Sammelstrasse, kurvig	4 V'Zustaende																
	Erschliessungsstrasse	4 V'Zustaende																
Agglo- meration	Autobahn	4 V'Zustaende																
	Stadt-Autobahn	4 V'Zustaende																
	Fern-, Bundesstrasse	4 V'Zustaende																
	Staedt. Magistrale / Ringstr.	4 V'Zustaende																
	Hauptverkehrsstrasse	4 V'Zustaende																
	Sammelstrasse	4 V'Zustaende																
	Erschliessungsstrasse	4 V'Zustaende																

Abbildung 4.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 3.3

Die Zuweisung der entsprechenden Verkehrssituation wurde auf der Grundlage einer Ortsbesichtigung durchgeführt. Der Ostwestfalendamm entspricht von seiner Charakteristik her weitestgehend einer Stadtautobahn. Im Sinne einer konservativen Abschätzung zur sicheren Seite wurde jedoch der Straßentyp „Fernstraße“ angesetzt. Hierdurch werden bei der Modellierung der Emissionen eher höhere Werte berechnet. Der konservative Ansatz entspricht somit einem worst-case-Szenario.

Neben der Verkehrssituation ist auch die Wahl des Störungsgrades bei der Emissionsberechnung ein entscheidender Parameter. Im HBEFA 3.3 wird der Störungsgrad einer Straße über den sog. „Level of Service“ (LoS) abgebildet. Es stehen vier LoS zur Verfügung: flüssig, dicht, gesättigt und stop + go. 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 sowie einer für das Untersuchungsgebiet repräsentativen einjährigen Temperaturzeitreihe.

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

Gang Nr.,	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lage	AB	AO	> 30 Innen- stadt	10 - 30 Innen- stadt	5 - 10 Innen- stadt	5 - 20 Quell- nah	< 2 Neben- str.,	> 10 Stadt- rand	5 - 10 Stadt- rand	< 5 Stadt- rand	Ausf- 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 ermittelten Emissionsraten, da bergauffahrende Kfz deutlich mehr Schadstoffe emittieren als bergabfahrende. Die Längsneigung wurde auf der Grundlage eines digitalen Geländemodells bestimmt.

4.1.1.5 Flottenzusammensetzung

Die Zusammensetzung der PKW-Flotte auf den im Rechengebiet liegenden Straßen wird vor allem von dem regionalen Fahrzeugbestand bestimmt.

Bei der Emissionsberechnung für die PKW wurde daher nicht auf den im HBEFA 3.3 hinterlegten mittleren bundesdeutschen Flottenmix „BAU“, sondern auf die lokale Zulassungsstatistik (unterteilt nach Euro-Abgasgrenzwerten) für Bielefeld mit Stand

01.01.2017 zurückgegriffen. Die in dieser Statistik enthaltenen Werte wurden für den Prognosefall in Anlehnung an die im HBEFA 3.3 enthaltene Flottenentwicklung 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.

Anders als bei den PKW ist die jährliche Fahrleistung der schweren Nutzfahrzeuge viel stärker vom überregionalen Fahrzeugbestand geprägt. Daher wurde für die schweren Nutzfahrzeuge der im HBEFA hinterlegte bundesmittlere Flottenmix „BAU“ zu Grunde gelegt.

4.1.1.6 Emissionsfaktoren für Aufwirbeln und Abrieb von PM₁₀

Bei PM₁₀-Feinstäuben sind neben den Emissionen, die über das Abgas freigesetzt werden, auch Emissionen zu berücksichtigen, die durch das Aufwirbeln von Teilchen aus Reifen- und Straßenabrieb, Kupplungs- und Bremsverschleiß u. a. entstehen. Im Handbuch für Emissionsfaktoren 3.3 [INFRAS 2017] sind keine Emissionsfaktoren für das Aufwirbeln von PM₁₀ enthalten. In einer aktuellen Untersuchung [Lohmeyer 2011] werden die in der Tabelle 4.2 aufgeführten Emissionsfaktoren für das Aufwirbeln und den Abrieb vorgeschlagen. Diese wurden bei der Bestimmung der PM₁₀-Emissionen verwendet.

Tabelle 4.2: PM₁₀-Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abriebe (Auf/Ab) differenziert nach Verkehrssituation (Quelle: [LOHMEYER 2011])

Verkehrssituation nach HBEFA 3.3	PM10 Auf/Ab für LV mg/km	PM10 Auf/Ab für SV mg/km
Alle ländlichen VS unabhängig vom Tempolimit und LOS	30	130
Agglo/AB/, Agglo/Semi-AB/ unabhängig vom Tempolimit und LOS	30	130
Agglo/HVS/xx/flüssig unabhängig vom Tempolimit	26	100
Agglo/HVS/xx/dicht unabhängig vom Tempolimit	33	350
Agglo/HVS/xx/gesättigt unabhängig vom Tempolimit	35	500
Agglo/HVS/xx/StGo unabhängig vom Tempolimit	45	1200
Agglo/Sammel/xx/flüssig unabhängig vom Tempolimit	26	100
Agglo/Sammel/xx/dicht unabhängig vom Tempolimit	33	350
Agglo/Sammel/xx/gesättigt unabhängig vom Tempolimit	40	700
Agglo/Sammel/xx/StGo unabhängig vom Tempolimit	45	1200
Agglo/Erschließung/30/flüssig	26	280
Agglo/Erschließung/40/flüssig	30	320
Agglo/Erschließung/xx/flüssig für Tempolimit größer/gleich 50 km/h	33	350
Agglo/Erschließung/xx/dicht unabhängig vom Tempolimit	35	500
Agglo/Erschließung/xx/gesättigt unabhängig vom Tempolimit	45	1200
Agglo/Erschließung/xx/StGo unabhängig vom Tempolimit	45	1200
Agglo/Fernstr.-City/xx/flüssig unabhängig vom Tempolimit	26	100
Agglo/ Fernstr.-City/xx/dicht unabhängig vom Tempolimit	33	350
Agglo/ Fernstr.-City/xx/gesättigt unabhängig vom Tempolimit	40	700
Agglo/ Fernstr.-City/xx/StGo unabhängig vom Tempolimit	45	1200

4.1.1.7 Emissionsfaktoren für Aufwirbeln und Abrieb von PM_{2,5}

Für den Schadstoff PM_{2,5} werden in [INFRAS 2017] keine Emissionsfaktoren ausgewiesen. Die ausgewiesenen Abgaspartikelemissionen sind jedoch vollständig der Fraktion PM_{2,5} zuzuordnen.

Für die PM_{2,5}-Emissionsfaktoren für den Abrieb gibt es zurzeit mehrere Literaturstellen. Im Sinne einer Abschätzung zur sicheren Seite wurden die konservativen Werte aus [CORINAIR] entnommen (s. Tabelle 4.3).

Tabelle 4.3: PM_{2,5}-Emissionsfaktoren für den Abrieb nach CORINAIR

Fahrzeugart	PM _{2,5} in gkm ⁻¹			
	Abrieb			
	Reifen	Brems	Straße	Gesamt
Pkw	0,0045	0,0029	0,0041	0,0114
INfz ≤ 3,5t	0,0071	0,0046	0,0041	0,0157
sNfz > 3,5t	0,0189	0,0127	0,0205	0,0522

4.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Eingangsdaten

In den Tabellen auf den nachfolgenden Seiten sind die relevanten Eingangsparameter für die Emissionsberechnung zusammengestellt. Die räumliche Einordnung der Querschnitte kann mittels Abbildung 4.2 und Abbildung 4.3 vorgenommen werden.

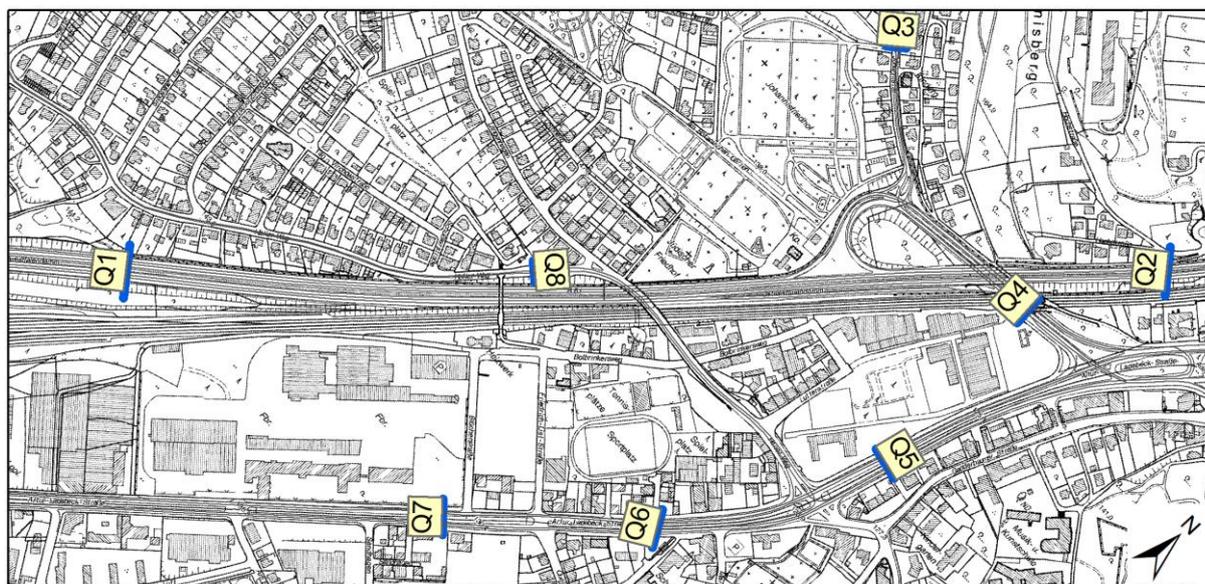


Abbildung 4.2: Lage der Querschnitte im Rechengebiet Nord

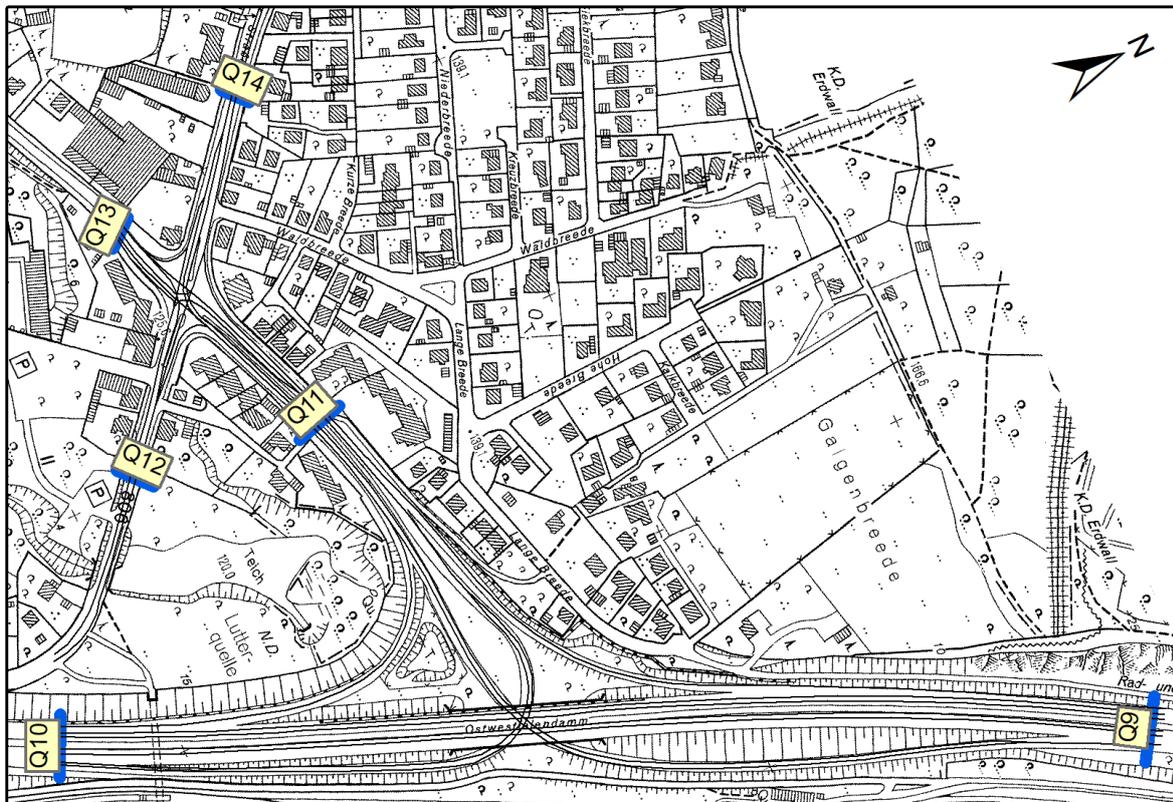


Abbildung 4.3: Lage der Querschnitte im Rechengebiet Süd

Tabelle 4.4: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Analysefall

Straßenquerschnitt Bezeichnung	DTV [Kfz/Tag]	INfz [%]	sNfz [%]	Gang Nr. Kaltstart- Faktor (s. Tab. 4.2)	Verkehrssituation nach HBEFA [INFRAS 2017]
Q1	73.300	3,0	10,9	3	Agglo/Fernstr. nat./100
Q2	58.300	3,0	10,9	3	Agglo/Fernstr. nat./100
Q3	8.100	2,5	6,2	9	Agglo/Erschließung/50
Q4	25.700	2,7	9,7	4	Agglo/HVS/50
Q5	34.300	2,3	8,2	4	Agglo/HVS/50
Q6	20.600	2,9	10,2	4	Agglo/HVS/50
Q7	19.600	3,1	9,2	4	Agglo/HVS/50
Q8	3.200	3,1	3,1	10	Agglo/Erschließung/50
Q9	73.300	3,0	10,9	3	Agglo/Fernstr. nat./100
Q10	60.600	3,1	8,4	3	Agglo/Fernstr. nat./100
Q11	42.400	2,6	8,3	4	Agglo/HVS/50
Q12	14.200	3,5	19,0	4	Agglo/HVS/50
Q13	16.600	2,4	7,8	4	Agglo/HVS/50
Q14	29.800	3,0	8,7	4	Agglo/HVS/50

Tabelle 4.5: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Prognosefall

Straßenquerschnitt Bezeichnung	DTV [Kfz/Tag]	INfz [%]	sNfz [%]	Gang Nr. Kaltstart- Faktor (s. Tab. 4.2)	Verkehrssituation nach HBEFA [INFRAS 2017]
Q1	76.800	3,6	12,5	3	Agglo/Fernstr. nat./100
Q2	58.600	3,8	13,3	3	Agglo/Fernstr. nat./100
Q3	5.000	0,0	4,0	9	Agglo/Erschließung/50
Q4	28.800	2,8	9,4	4	Agglo/HVS/50
Q5	28.200	2,1	8,2	4	Agglo/HVS/50
Q6	21.900	2,6	7,7	4	Agglo/HVS/50
Q7	19.400	2,6	7,7	4	Agglo/HVS/50
Q8	2.600	2,6	7,7	10	Agglo/Erschließung/50
Q9	76.800	3,6	12,5	3	Agglo/Fernstr. nat./100
Q10	51.400	3,5	12,3	3	Agglo/Fernstr. nat./100
Q11	25.900	3,5	13,1	4	Agglo/HVS/50
Q12	12.800	3,1	13,3	4	Agglo/HVS/50
Q13	12.500	1,6	5,6	4	Agglo/HVS/50
Q14	18.500	4,3	14,6	4	Agglo/HVS/50

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 -, PM_{10} - und $\text{PM}_{2,5}$ -Emissionen bestimmt. Die Tabelle 4.6 zeigt die so berechneten Emissionen.

Tabelle 4.6: Ergebnisse der Emissionsberechnung (Angaben in $[\text{g}/(\text{h}\cdot\text{km})]$)

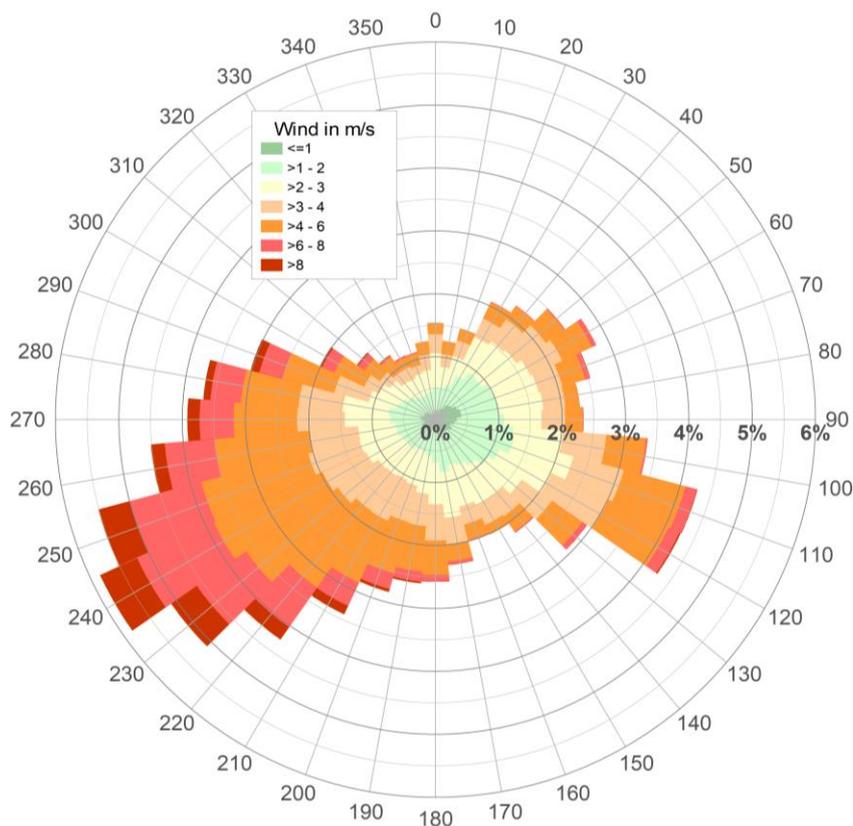
Querschnitt	Analysefall (2017)			Prognosefall (2030)		
	NO_x	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_x	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$
Q1	1.261,1	147,7	71,6	330,1	144,4	61,7
Q2	1.075,9	118,1	57,6	293,7	112,8	48,6
Q3	174,5	22,2	7,4	27,3	10,6	3,3
Q4	600,1	68,7	25,7	187,2	82,6	22,9
Q5	863,1	109,9	34,0	163,1	69,7	21,2
Q6	481,8	54,2	20,9	122,2	48,6	16,4
Q7	435,2	48,5	19,4	126,8	40,4	14,4
Q8	54,8	6,8	2,6	12,7	5,3	1,7
Q9	1.261,1	147,7	71,6	330,1	144,4	61,7
Q10	1.017,3	115,2	56,0	220,3	96,2	41,1
Q11	961,9	255,5	52,1	167,5	79,9	21,8
Q12	558,0	75,2	20,0	96,8	39,9	11,1
Q13	364,9	41,1	15,7	62,0	22,4	8,7
Q14	262,8	261,3	35,4	203,6	139,0	18,7

4.2 Meteorologische Eingangsdaten

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

Für die Immissionsberechnungen im Untersuchungsgebiet wurde eine mehrjährige Windstatistik der vom Deutschen Wetterdienst betriebenen Station Gütersloh verwendet. Diese Station gibt aufgrund ihrer räumlichen Nähe zum Untersuchungsgebiet und ihrer Lage südlich des Höhenzuges des Teutoburger Waldes die Windrichtungsverteilung im Untersuchungsgebiet besser wieder, als die weiter nördlich gelegenen Station an der Universität von Bielefeld.

Die Abbildung 4.4 zeigt, dass der Überdachwind im Untersuchungsgebiet bevorzugt aus südwestlichen Richtungen weht.



Anemometerhöhe: 10 m
 Mittlere Windgeschwindigkeit: 2,4 m/s

Abbildung 4.4: Windrichtungsverteilung der DWD-Messstation Gütersloh

4.3 Hintergrundbelastung

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

Zur PM₁₀-Hintergrundbelastung tragen insbesondere Ferntransporte sekundärer Feinstäube, der Straßenverkehr, die Industrie und natürliche Quellen (Seesalz, Pollen, Bodenerosion durch Wind) bei. Sekundäre Feinstäube bilden sich auf dem Ausbreitungswege über chemische und physikalische Reaktionen aus anthropogenen Vorläufersubstanzen wie Stickoxide, Schwefeldioxid, Ammoniak und Kohlenwasserstoffe.

Zur Bestimmung der aktuellen Hintergrundbelastung wurde für PM₁₀ und NO₂ auf Werte der nächstgelegenen LUQS-Hintergrundstation Bielefeld-Ost aus den Jahren 2012 bis 2016 zurückgegriffen.

Tabelle 4.7: Messdaten der Station Bielefeld-Ost

Jahr	NO ₂ -JMW (µg/m ³)	PM ₁₀ -JMW (µg/m ³)	PM _{2,5} -JMW (µg/m ³)
2012	24	20	16
2013	24	20	16
2014	22	19	16
2015	22	20	14
2016	26	19	14
Mittelwert (gerundet)	24	20	15

Aufgrund verschärfter politischer Vorgaben zur Emissionsminderung ist in den nächsten Jahren von einem Rückgang der Hintergrundbelastungswerte auszugehen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurde auf eine Reduktion der Hintergrundbelastung für das Bezugsjahr der Prognose 2030 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.

Die Modellrechnungen erfordern die Definition eines Rechengebietes und eine Aufteilung dieses Gebietes in viele quaderförmige Rechenzellen. Zellen, in denen Bebauung oder Topographie vorliegt, werden als undurchlässig gekennzeichnet. Die Grundrisse und Höhen der in die Simulation einfließenden Bestandsbebauung sowie die Geländeformen wurden digitalen Modellen entnommen, welche durch das Land NRW frei im Internet zur Verfügung gestellt werden. Die Informationen wurden im Rahmen einer Ortsbegehung überprüft.

Das Rechenzellgitter wurde mit Hilfe eines von simuPLAN entwickelten Gittergenerierungsprogrammes auf der Basis der digitalisierten Gebäude und Straßenspuren erzeugt.

Die horizontale Auflösung der verwendeten Rechengitter beträgt 2,0 m. In z-Richtung wurde in Bodennähe Gitter mit einer Auflösung von 1,0 m realisiert. Die Kenndaten der verwendeten Rechengitter sind in der Tabelle 5.1 zusammengestellt.

Tabelle 5.1: Kenndaten des Rechengitters

Rechengebiet	Anzahl und Abstand der Gitterpunkte			Gitterpunktanzahl
	x-Richtung 2,0 m	y-Richtung 2,0 m	z-Richtung 1,0 m*	
Nord	960	575	36	19.872.000
Süd	500	450	36	8.1000.000

* Variabel, mit der Höhe zunehmend

5.2 Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngrößen

Die Jahresmittelwerte für PM₁₀, PM_{2,5} 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 Auswerteprogramm 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 Umwandlung von NO_x zu NO₂

PM kann in der betrachteten Raum-Zeitskala als chemisch inert angesehen werden. Für NO₂ müssen jedoch bei der Bestimmung des Jahresmittelwertes neben der Quellstärke, dem Transport und der Turbulenz auch schnell ablaufende chemische Umwandlungsprozesse berücksichtigt werden, bei denen es zu einer teilweisen Umwandlung von NO in 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.

Die Einbindung der komplexen photochemischen Umwandlung in die Ausbreitungsrechnung wird durch die Bestimmung des Jahresmittelwertes mittels der Regressionsbeziehung gemäß Gl. (1) vermieden.

$$[NO_2] = \frac{A \cdot [NO_x]}{B + [NO_x]} + C \cdot [NO_x] \quad (1)$$

Die IVU Umwelt GmbH führte im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA F&E-Projekt 20042265) statistische Auswertungen für viele Messstationen durch, die jeweils den Typen Stadt, Land und Verkehr zugeordnet wurden. Für jeden dieser Typen wurden die Werte der oben genannten Konstanten A, B und C ermittelt.

Bei der Bestimmung der NO₂-Jahresmittelwerte wurden die Koeffizienten des Stadttyps verwendet, da hierfür ein erheblich umfangreicheres Datenkollektiv vorliegt als beim Typ Verkehr und im Sinne einer „Worst-Case“-Rechnung bei hohen NO_x-Immissionen höhere NO₂-Werte resultieren. Die Koeffizienten lauten A=67,70; B=84,77 und C=0,0698. Die Standardabweichung der Regression beträgt 3,992 (siehe [IVU 2011]).

Nach dieser Formel ist bis zu einem NO_x-Jahresmittelwert von 88 µg/m³ keine Überschreitung des NO₂-Grenzwertes zu erwarten (s. Abbildung 5.1).

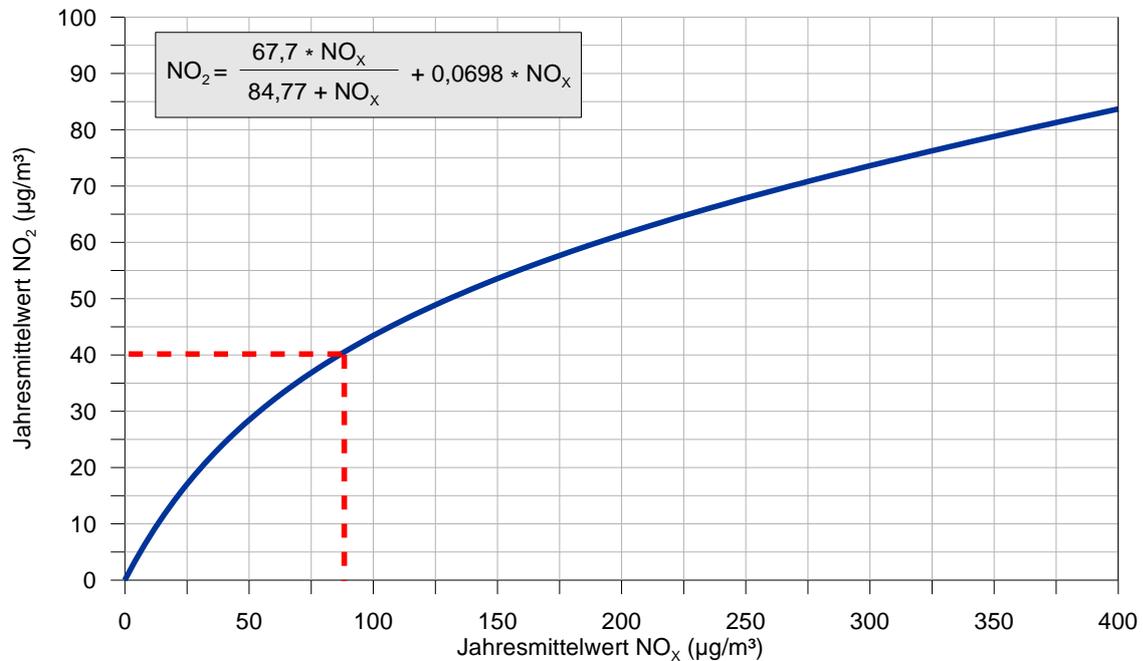


Abbildung 5.1: Statistischer Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten von NO_x und NO₂ (Typ Stadt)

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

$$P_{19h>200} = \frac{1}{1 + e^{-(A+B[NO_x])}} \quad (2)$$

an, so erhält man eine statistische Beziehung zwischen der Wahrscheinlichkeit einer mindestens 19-maligen NO₂- Grenzwertüberschreitung und dem NO_x-Jahresmittelwert (s. Abbildung 5.2).

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

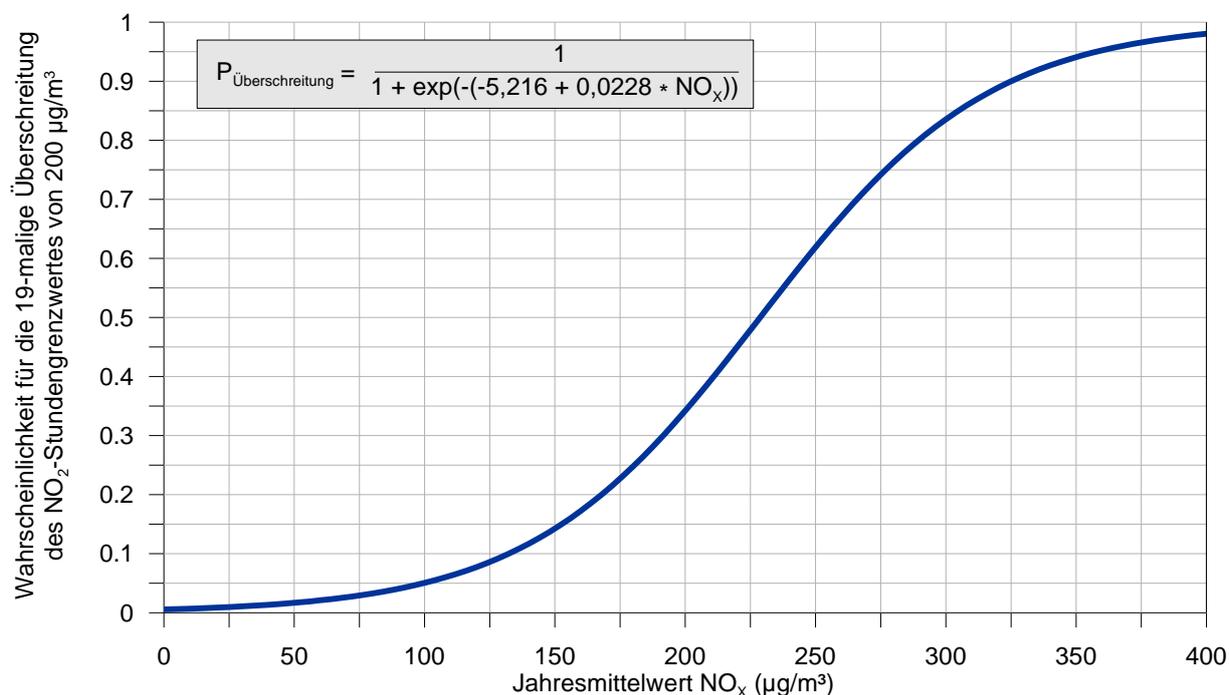


Abbildung 5.2: Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO₂-Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO_x

5.2.3 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des PM₁₀-Tagesgrenzwertes

Nach Untersuchungen der IVU Umwelt GmbH [IVU 2011] existiert eine recht gute Korrelation für den Zusammenhang zwischen dem PM₁₀-Jahresmittelwert und der Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwert-Grenzwertes.

Eine Abschätzung der jährlichen Überschreitungstage $ND_{J>50}$ aus dem PM₁₀-Jahresmittelwert $[PM_{10}]$ ermöglicht hiernach die folgende Funktion (siehe auch Abbildung 5.3):

$$ND_{J > 50} = 10,51413 - 1,98711 \cdot [PM_{10}] + 0,09389 \cdot [PM_{10}]^2 \quad (3)$$

Bei Anwendung dieser Funktion wird bis zu einem PM₁₀-Jahresmittelwert von 30 µg/m³ der Grenzwert von 35 Überschreitungen nicht überschritten.

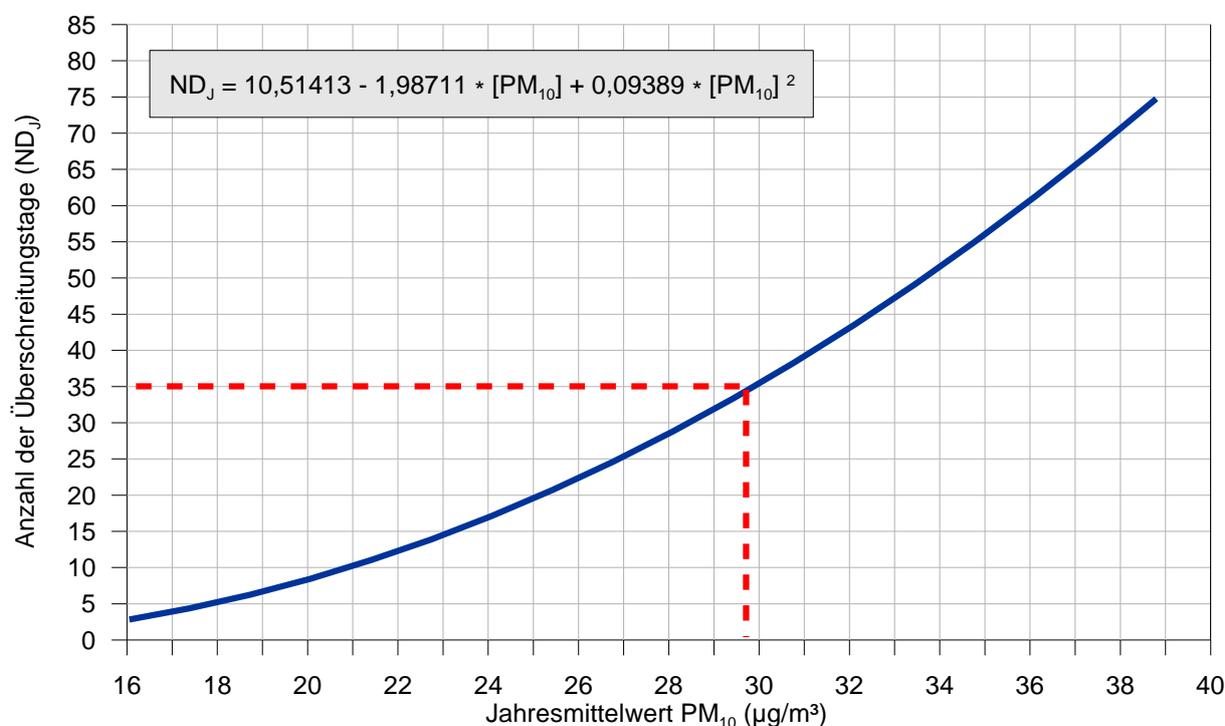


Abbildung 5.3: Bestimmung der Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage aus dem PM₁₀-Jahresmittelwert

Die Auswertung der PM₁₀-Messungen der letzten Jahre an über 1.000 Messstellen im gesamten Bundesgebiet hat gezeigt, dass ab einem Jahresmittelwert von 30 µg/m³ in über 90 % der Fälle davon ausgegangen werden kann, dass mehr als 35 Überschreitungstage erreicht werden und damit der Grenzwert überschritten ist. Liegt die Belastung mit PM₁₀ zwischen 29 µg/m³ und 30 µg/m³, reichen bereits geringe Veränderungen der meteorologischen Verhältnisse und/oder geringfügige Veränderungen der Verkehrsbelastung (z. B. durch Verdrängungen aufgrund von Maßnahmen an benachbarten Straßen) aus, den Grenzwert für das PM₁₀-Tagesmittel zu überschreiten.

6 Ergebnisse

Auf der Grundlage der Ausbreitungsrechnungen wurden die Immissionskenngrößen nach der in Kapitel 5.2 beschriebenen Methodik ermittelt und grafisch sowie tabellarisch ausgewertet.

In den nachfolgenden Tabellen sind die prognostizierten Immissionskenngrößen (NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) an 23 lufthygienisch relevanten Aufpunkten dargestellt. Die Lage der Aufpunkte kann den Ergebnisgrafiken entnommen werden. Sowohl die in den Tabellen als auch in den Grafiken aufgeführten Immissionskenngrößen beziehen sich auf eine Auswertehöhe von 1,75 m über Grund. Aufgrund der zunehmenden Durchmischung in höheren Bezugsniveaus ist davon auszugehen, dass die Immissionskonzentrationen mit zunehmender Höhe sinken.

Schadstoff-Konzentrationen werden gemäß der EU-Richtlinie auf ganze Stellen gerundet. Eine Überschreitung wird dann angenommen, wenn dieser gerundete Wert den erlaubten Grenzwert überschreitet. Daraus folgt, dass z. B. bei NO_2 ein berechneter Jahresmittelwert von $40,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gerundet und damit nicht als Überschreitung des Grenzwertes gewertet wird.

6.1 NO_2

Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen für Stickstoffdioxid sind in Tabelle 6.1 sowie in den Abbildungen 6.1 bis 6.4 dargestellt. Grenzwertüberschreitungen sind in der Tabelle durch Fettdruck hervorgehoben.

Wie die Abbildung 6.1 zeigt, wird die Immissionssituation im nördlichen Untersuchungsgebiet im Analysefall vor allem durch den stark befahrenen Ostwestfalendamm geprägt. Sehr positiv bemerkbar macht sich jedoch die Tatsache, dass sich die nordwestlich der Trasse gelegene Wohnbebauung auf einem topographisch deutlich höheren Niveau als die Fahrbahn befindet. Die auf der B 61 freigesetzten Schadstoffe werden somit stark verdünnt und durchmischt bevor sie die benachbarten Gebäude erreichen.

Aus diesem Grunde liegen die NO_2 -Jahresmittelwerte auch an den nächstgelegenen Aufpunkten unterhalb des zulässigen Wertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die höchste Konzentration wird für den Aufpunkt P7 berechnet ($36,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), der direkt an der Zufahrt zur B 61 liegt und eine vergleichsweise geringe Höhendifferenz zur Fahrbahn aufweist.

Die Abbildung 6.2 zeigt die berechneten Stickstoffdioxidimmissionen im Analysefall für das südliche Rechengebiet, welches sich im Stadtteil „Quelle“ befindet. Es fällt auf, dass die NO_2 -Konzentrationen direkt auf der Trasse des Ostwestfalendamms niedriger sind als im nördlichen Rechengebiet. Dies ist auf die außergewöhnlich gute Durchlüftung dieses Streckenabschnittes zurückzuführen, der teilweise in deutlicher Hochlage und in nordöstliche Richtung verläuft. Durch die vorherrschenden Winde aus Südwesten werden die freigesetzten Emissionen schnell verdünnt und gut durchmischt. Die westlich der Fahrbahn gelegenen Gebäude profitieren zusätzlich von der abschirmenden Wirkung der Lärmschutzwände, die neben dem Schall auch die Ausbreitung von Luftschadstoffen mindern.

Dies hat zur Folge, dass die in der Nähe des Ostwestfalendamms gelegene Wohnbebauung nicht von Grenzwertüberschreitungen betroffen ist und die Konzentrationen hier meist deutlich unter $33 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ im Jahresmittel liegen (s. Aufpunkte P12 bis P15).

Deutlich kritischer zeigt sich die Situation im Umfeld der Kreuzung Carl-Severing-Straße und Osnabrücker Straße. Insbesondere die Carl-Severing-Straße ist östlich der Kreuzung mit durchschnittlich mehr als 40.000 Fahrzeugen pro Tag verkehrlich sehr stark belastet. Dadurch, dass die Straße aufgrund ihrer Charakteristik (Lichtsignalanlagen, Bushaltestelle, Einfahrten) eine geringere KFZ-Kapazität aufweist als zum Beispiel der autobahnartig ausgebaute Ostwestfalendamm, berücksichtigt das Emissionsmodell hier einen hohen Anteil an Stop-and-Go-Verkehr, der zu deutlich höheren Stickoxidemissionswerten führt als es bei flüssigem Verkehr der Fall wäre. Ähnliches gilt auch für die Osnabrücker Straße in Richtung Nordwesten.

In Kombination mit der durch mehrstöckige Gebäude eingeschränkten Durchlüftung führt dies zu der in Abbildung 6.2 dargestellten Immissionsverteilung. Nördlich des Fahrbandes der Carl-Severing-Straße wird der Grenzwert zum NO_2 -Jahresmittel noch knapp eingehalten ($37,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an P17). Mit Werten zwischen $42,1$ und $45,5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ wird er südlich der Fahrbahn jedoch deutlich überschritten.

Entlang der Osnabrücker Straße werden zwar noch erhöhte Stickstoffdioxidkonzentrationen berechnet ($34,5$ bis $35,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Aufpunkten P21 bis P23), der Grenzwert wird hier jedoch deutlich unterschritten.

Abbildung 6.3 und Abbildung 6.4 zeigen die prognostizierten NO_2 -Jahresmittelwerte für den Prognosefall. Die Modernisierung der Fahrzeugflotte und die verbesserte Abgasreinigungstechnik im Prognosejahr 2030 führen zu einer deutlichen Abnahme der in den Untersuchungsgebieten freigesetzten Emissionen.

Wie die Ergebnisgrafiken zeigen, können Grenzwertüberschreitungen im gesamten Untersuchungsraum sicher ausgeschlossen werden. Der höchste Wert wird für den Aufpunkt P18 im südlichen Rechengebiet ausgewiesen ($29,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die Wahrscheinlichkeit, dass der NO_2 -Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 18 Stunden des Jahres überschritten wird, liegt bei maximal 6 % (P18 im Analysefall). Auswertungen von Messungen aller LANUV-Stationen aus den letzten Jahren [LANUV 2016] zeigen, dass selbst an hoch belasteten Verkehrsstationen mit schlechten Durchlüftungsverhältnissen dieser Grenzwert deutlich eingehalten wurde. Eine Überschreitung des NO_2 -Kurzzeitgrenzwertes kann somit ausgeschlossen werden.

Tabelle 6.1: Prognostizierte NO₂-Immissionskenngrößen

Rechengebiet	Aufpunkt	Analysefall		Prognosefall	
		Jahresmittel in µg/m ³	P _{19h>200} in %*	Jahresmittel in µg/m ³	P _{19h>200} in %*
Nord	P1	28,6	1,7	25,3	1,4
	P2	33,8	2,3	26,9	1,5
	P3	35,3	2,6	27,4	1,6
	P4	34,8	2,5	27,2	1,5
	P5	33,1	2,2	26,7	1,5
	P6	34,3	2,4	27,1	1,5
	P7	36,9	2,9	28,3	1,6
	P8	32,1	2,1	26,5	1,5
	P9	34,2	2,4	27,1	1,5
	P10	29,9	1,8	25,8	1,4
	P11	35,5	2,6	27,6	1,6
Süd	P12	31,7	2,0	26,2	1,5
	P13	30,6	1,9	25,8	1,4
	P14	30,3	1,8	25,7	1,4
	P15	32,0	2,1	26,0	1,4
	P16	36,8	2,9	27,0	1,5
	P17	37,9	3,1	27,0	1,5
	P18	45,5	6,0	29,4	1,7
	P19	44,1	5,2	29,1	1,7
	P20	42,1	4,4	28,7	1,7
	P21	35,7	2,6	28,4	1,6
	P22	35,4	2,6	28,6	1,7
	P23	34,5	2,4	28,3	1,6

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

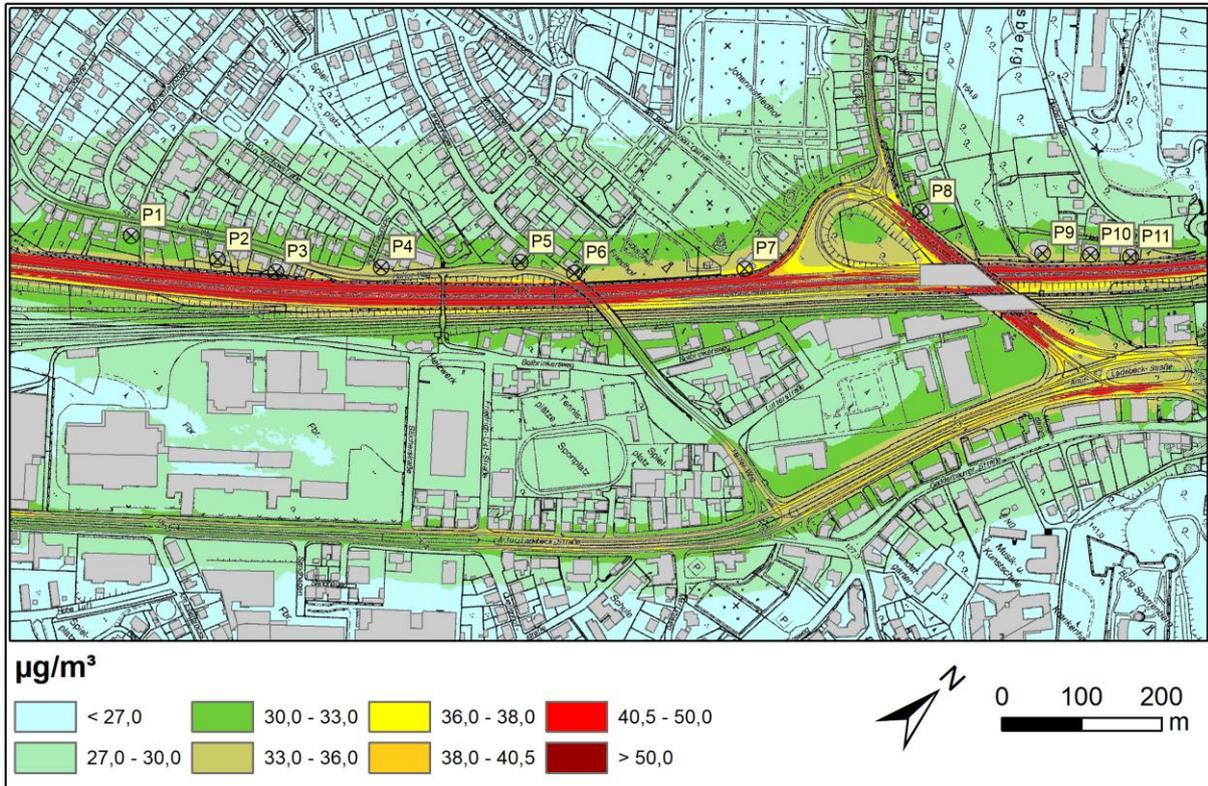


Abbildung 6.1 Jahresmittel der NO₂-Konzentration im Analysefall – RG Nord

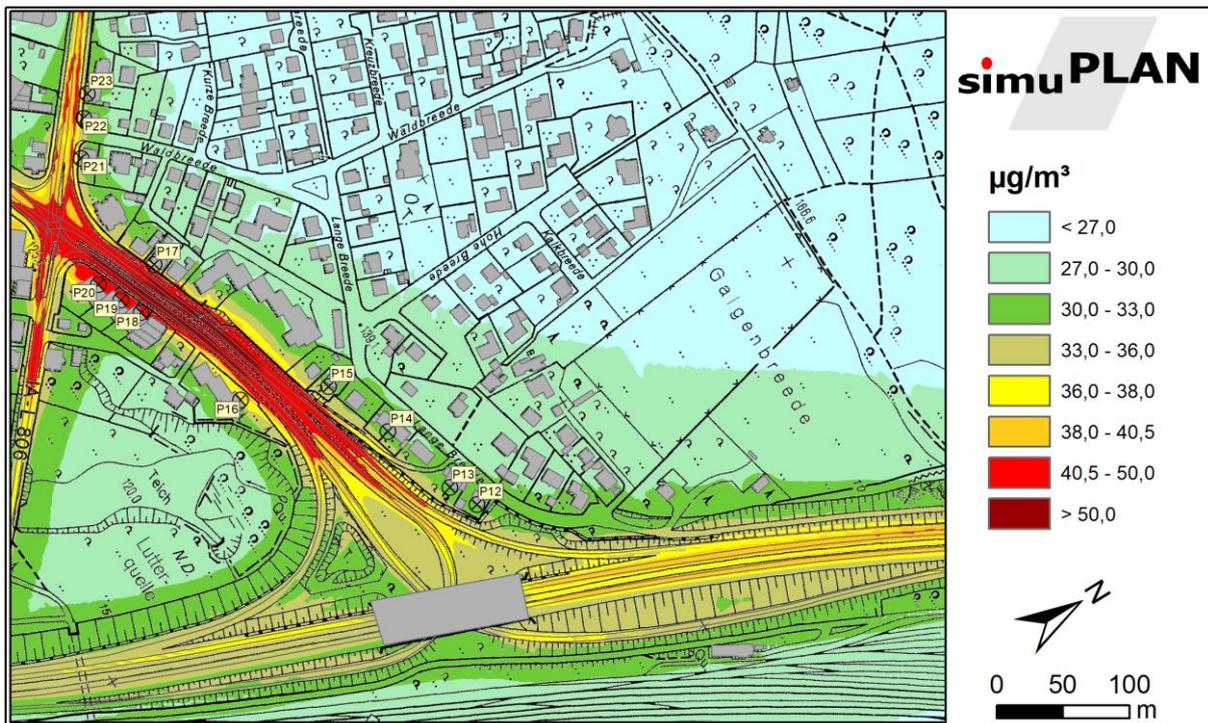


Abbildung 6.2 Jahresmittel der NO₂-Konzentration im Analysefall – RG Süd



Abbildung 6.3 Jahresmittel der NO₂-Konzentration im Prognosefall – RG Nord

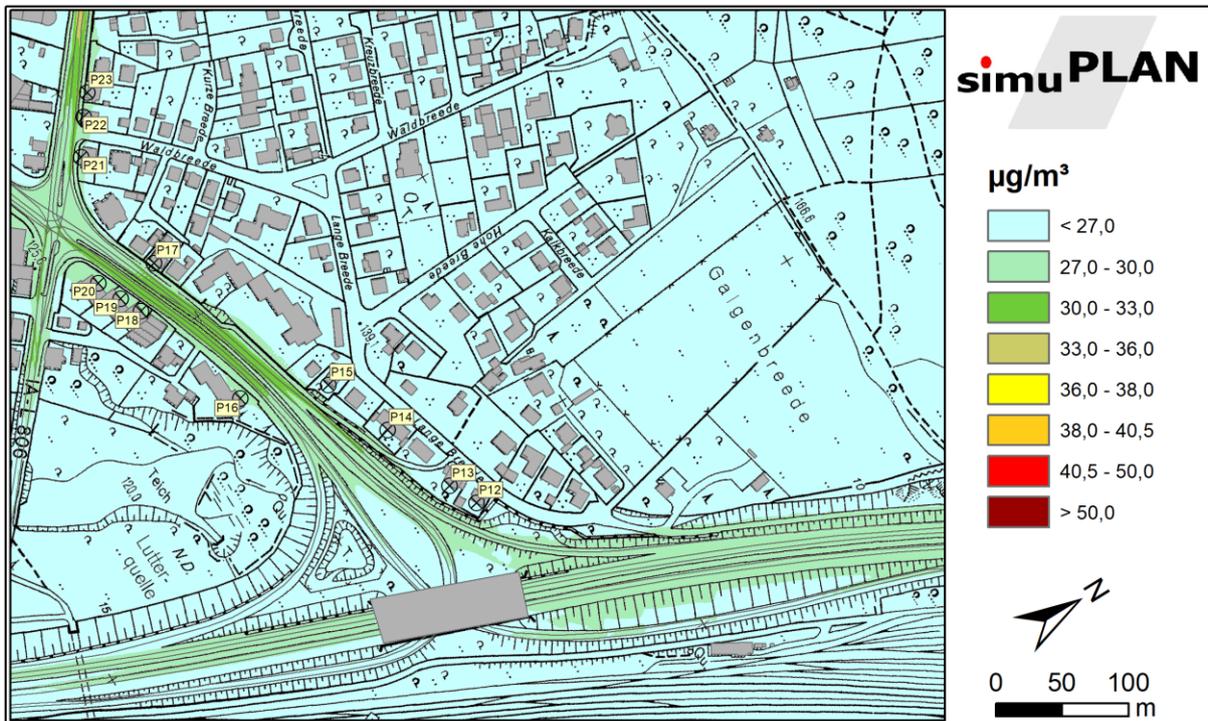


Abbildung 6.4 Jahresmittel der NO₂-Konzentration im Prognosefall – RG Süd

6.2 Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5})

Die Tabelle 6.2 und die Abbildungen 6.5 bis 6.8 zeigen die prognostizierten PM₁₀-Immissionen im Untersuchungsgebiet.

Tabelle 6.2: Prognostizierte PM₁₀-Immissionskenngrößen

Rechengebiet	Aufpunkt	Analysefall		Prognosefall	
		Jahresmittel in µg/m ³	Tagesmittel > 50 µg/m ³	Jahresmittel in µg/m ³	Tagesmittel > 50 µg/m ³
Nord	P1	21,3	11	21,3	11
	P2	23,0	15	22,9	14
	P3	23,6	16	23,5	16
	P4	23,4	15	23,2	15
	P5	22,8	14	22,7	14
	P6	23,2	15	23,1	15
	P7	23,9	17	23,8	17
	P8	22,3	13	22,3	13
	P9	23,1	15	23,0	14
	P10	21,7	12	21,6	11
	P11	23,6	16	23,4	15
Süd	P12	22,9	14	22,1	12
	P13	22,5	13	21,7	12
	P14	22,6	14	21,5	11
	P15	23,7	16	21,9	12
	P16	27,6	27	23,0	15
	P17	29,2	33	23,0	14
	P18	36,0	61	25,7	22
	P19	34,6	54	25,4	21
	P20	32,1	43	24,7	19
	P21	31,4	41	26,0	22
	P22	32,4	45	26,5	24
	P23	31,6	42	26,1	23

Der Grenzwert zum PM₁₀-Jahresmittelwert von 40^oµg/m³ wird an allen Aufpunkten eingehalten. Die jahresmittlere PM₁₀-Belastung beträgt maximal 36,0 µg/m³ im Analysefall (P18) und 26,1 µg/m³ im Prognosefall (P21). Auf eine grafische Darstellung der Ergebnisse wird daher verzichtet.

PM₁₀-Tagesmittelwerte von mehr als 50^oµg/m³ treten im Analysefall im nördlichen Rechengebiet an höchstens 16 Tagen auf (P3 und P11). Der zulässige Wert von 35 Überschreitungstagen wird somit deutlich unterschritten. Positiv bemerkbar machen sich hier erneut die gute Durchlüftung entlang des Ostwestfalendamms und der gute Verkehrsfluss auf den Fahrbahnen.

Ähnlich unproblematisch stellt sich die Feinstaubbelastung entlang des Ostwestfalendamms im südlichen Rechengebiet dar (Abbildung 6.6). Grenzwertüberschreitungen können in der direkten Nachbarschaft der Trasse sicher ausgeschlossen werden.

Als lufthygienischer Hotspot präsentiert sich jedoch wiederum der Kreuzungsbereich der Carl-Severing- und der Osnabrücker Straße. Bei den PM₁₀-Emissionen macht sich der weiter oben beschriebene Stop-and-Go-Verkehr extrem deutlich bemerkbar. Dies gilt besonders für den Schwerverkehr. Betrachtet man die Tabelle 4.2, so wird deutlich, dass bei LKW die PM₁₀-Emissionen, die durch Aufwirbelung und Abriebe verursacht werden, im Stop-and-Go-Verkehr um den Faktor zwölf höher sind als im ungestörten (flüssigen) Fahrbetrieb.

Dies hat zur Folge, dass die zulässige Anzahl von 35 PM₁₀-Überschreitungstagen im Umfeld der Kreuzung teils deutlich überschritten wird. Während an P17 der Grenzwert noch knapp eingehalten wird (33 Überschreitungstage), werden für die Aufpunkte P18 bis P23 zwischen 41 und 61 Überschreitungstage prognostiziert.

Da die PM₁₀-Emissionen zum größten Teil durch Aufwirbel- und Abriebprozesse hervorgerufen werden, macht sich eine verbesserte Abgasreinigung hier nur in geringem Maße bemerkbar. Der Rückgang der Schadstoffkonzentrationen ist daher im Prognosefall gegenüber dem Analysefall im Umfeld des Ostwestfalendamms deutlich geringer als dies bei Stickstoffdioxid der Fall ist.

Einen sehr ausgeprägten positiven Effekt hat hingegen die starke Abnahme der Verkehrsbelastung auf der Carl-Severing- und der Osnabrücker Straße für den Prognosefall 2030. Die geringere Zahl an KFZ-Fahrten und der hiermit verbundene bessere Verkehrsfluss führen dazu, dass die zulässige Anzahl an PM₁₀-Überschreitungstagen auch an den Aufpunkten P18 bis P23 sicher eingehalten wird.

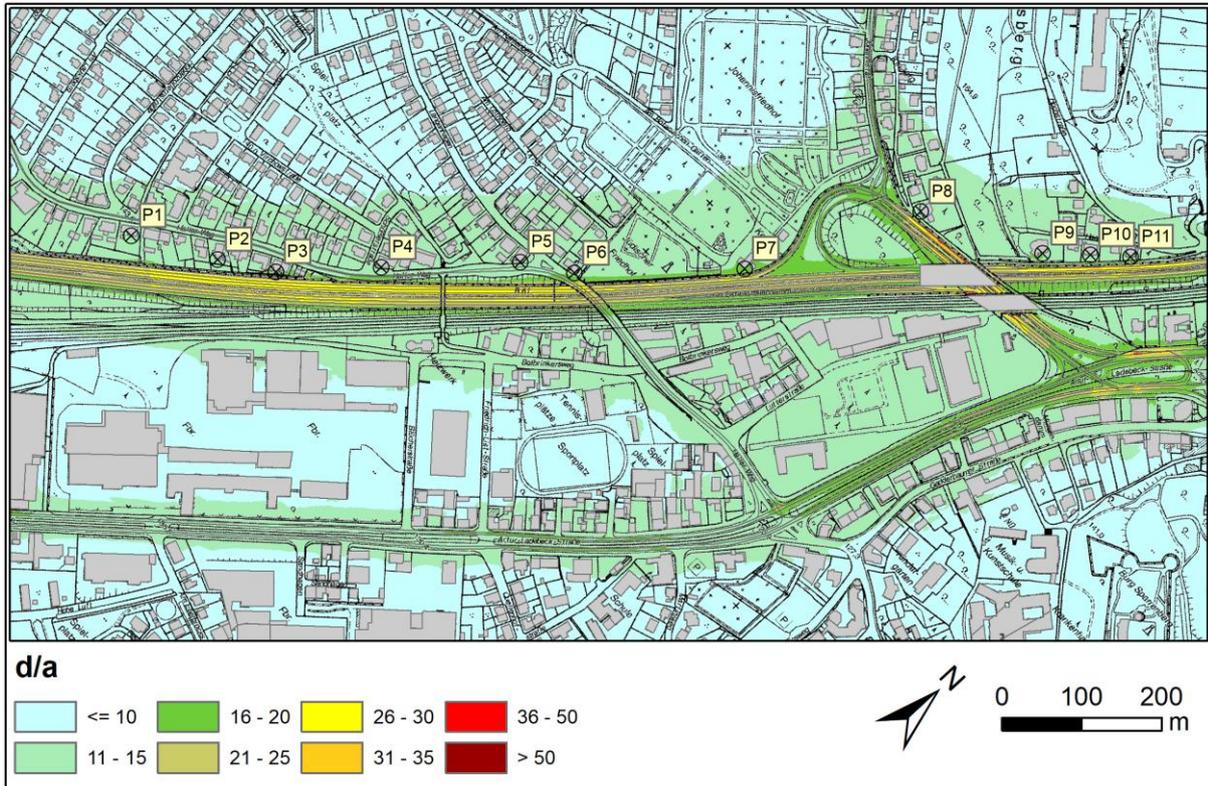


Abbildung 6.5 PM₁₀-Überschreitungstage im Analysefall – RG Nord

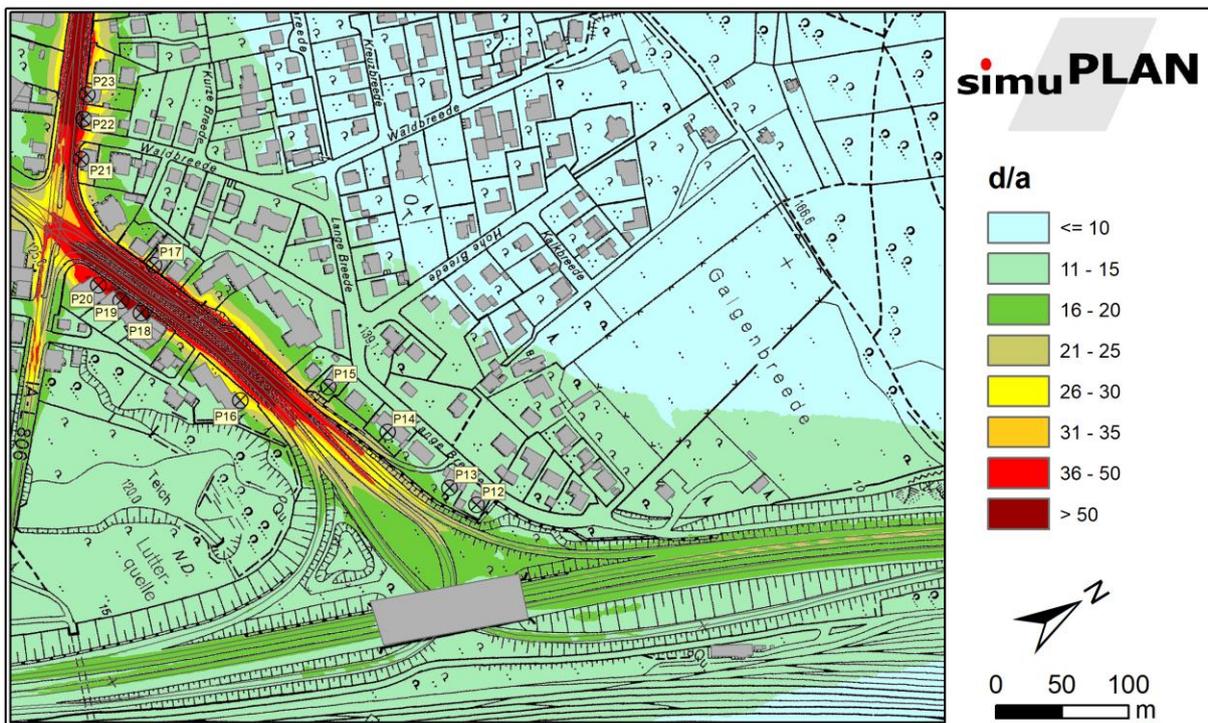


Abbildung 6.6 PM₁₀-Überschreitungstage im Analysefall im Analysefall – RG Süd

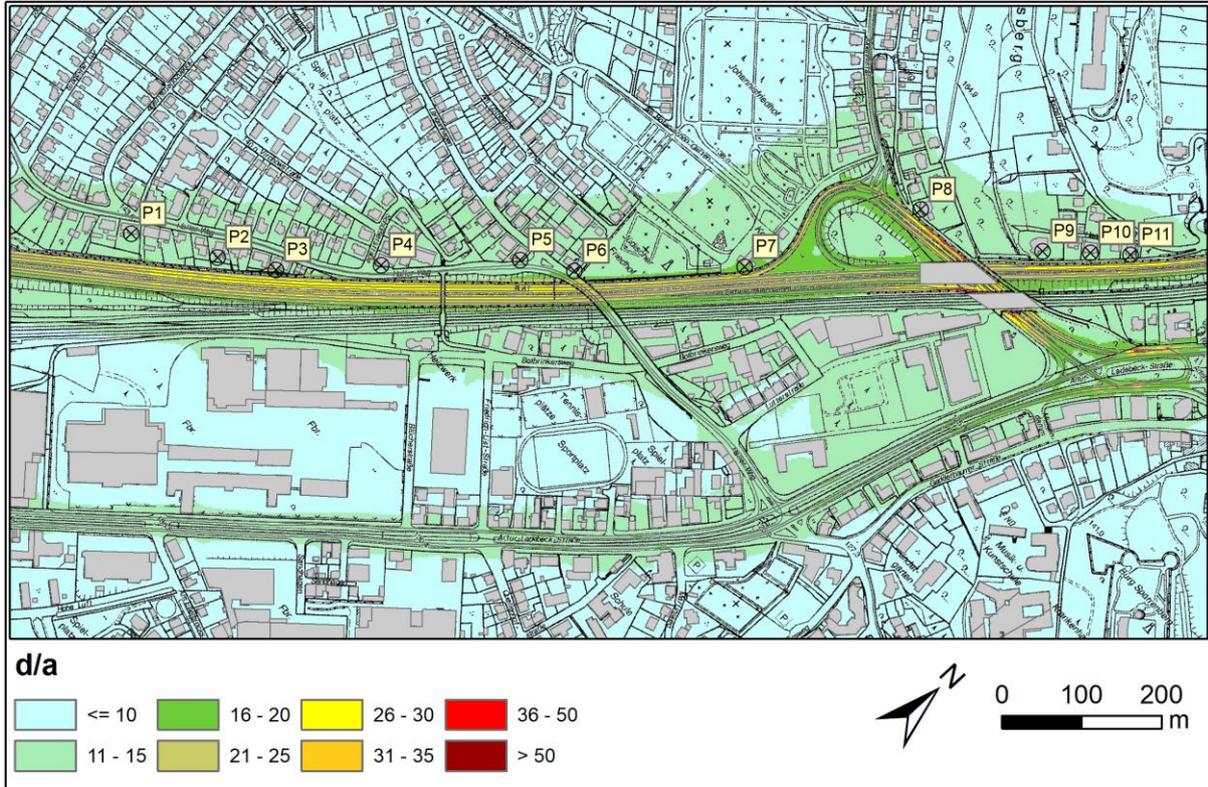


Abbildung 6.7 PM₁₀-Überschreitungstage im Prognosefall – RG Nord

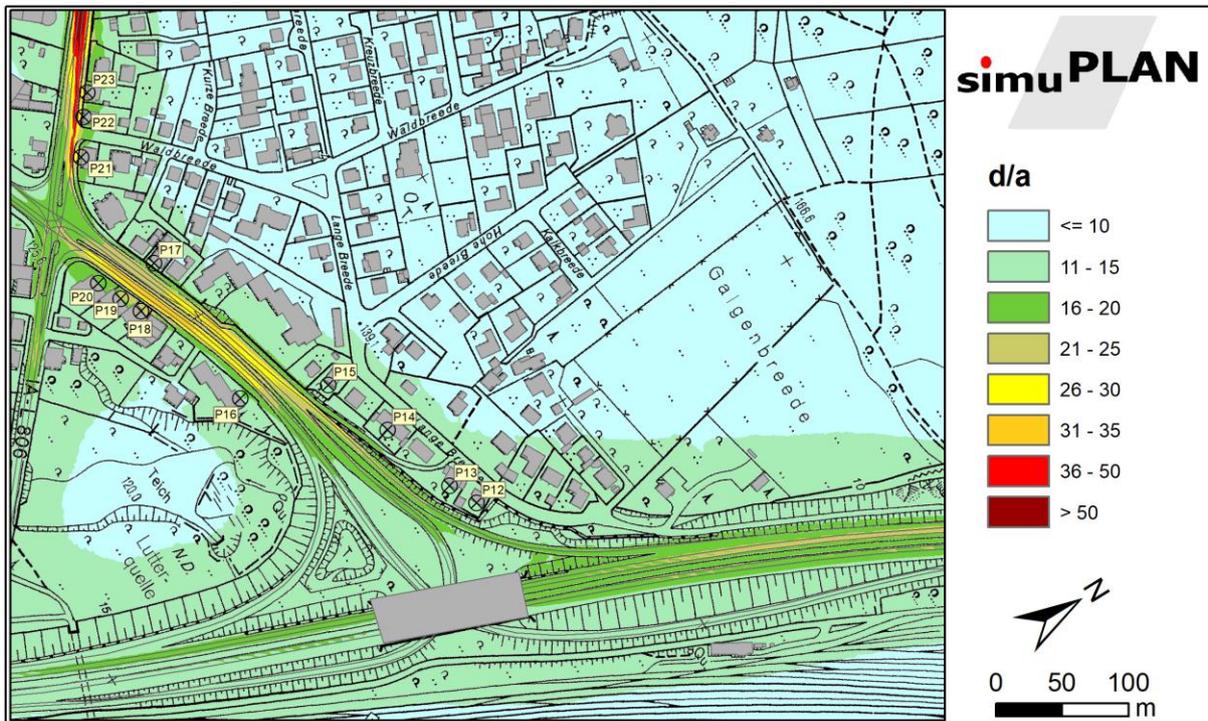


Abbildung 6.8 PM₁₀-Überschreitungstage im Prognosefall – RG Süd

Unkritisch stellt sich die PM_{2,5}-Belastung im Untersuchungsgebiet dar. Mit Jahresmittelwerten von maximal 18,7 µg/m³ kann eine Überschreitung des Grenzwertes von 25 µg/m³ im gesamten Untersuchungsraum sicher ausgeschlossen werden. Auf eine grafische Darstellung wird daher verzichtet.

Tabelle 6.3: Prognostizierte PM_{2,5}-Immissionskenngrößen

Rechengebiet	Aufpunkt	Analysefall Jahresmittel in µg/m ³	Prognosefall Jahresmittel in µg/m ³
Nord	P1	15,6	15,5
	P2	16,4	16,2
	P3	16,7	16,5
	P4	16,6	16,3
	P5	16,3	16,1
	P6	16,5	16,3
	P7	16,8	16,6
	P8	16,0	15,8
	P9	16,4	16,2
	P10	15,8	15,6
	P11	16,7	16,4
Süd	P12	16,1	15,8
	P13	15,9	15,7
	P14	15,9	15,6
	P15	16,1	15,7
	P16	16,9	16,0
	P17	17,2	15,9
	P18	18,7	16,7
	P19	18,4	16,6
	P20	17,9	16,5
	P21	17,2	16,2
	P22	17,2	16,2
	P23	17,1	16,1

6.3 Bewertung und Einordnung der Ergebnisse

Die vorliegenden Ergebnisse der Immissionsprognose müssen differenziert betrachtet werden. Mit Hilfe der lufthygienischen Untersuchungen sollte vorrangig geklärt werden, ob es aufgrund von Grenzwertüberschreitungen entlang der Trasse des Ostwestfalendamms notwendig ist, Geschwindigkeitsbegrenzungen einzuführen. Dies kann auf der Grundlage der Simulationsergebnisse klar verneint werden. Die gute Durchlüftung im Bereich der B 61 sowie die positive Wirkung der topographischen Lage und der Lärmschutzeinrichtungen verhindern eine Überschreitung der NO₂- und Feinstaubgrenzwerte.

Als weiteres Ergebnis der Simulationen kristallisiert sich aber die Kreuzung zwischen Carl-Severing- und Osnabrücker Straße als lufthygienischen Hotspot heraus. Dies ist vor allem auf den schlechten Verkehrsfluss zurückzuführen, der durch das Emissionsmodell aufgrund der gegebenen Randparameter (Straßentyp, Verkehrsstärke, Anteil schwerer und leichter Nutzfahrzeuge) ermittelt wurde. Der auf diese Weise im Modell ergebende sehr hohe Anteil an Stop-and-Go-Verkehr führt zu einem signifikanten Anstieg der berechneten Emissionen.

Zu berücksichtigen ist hierbei, dass der Lückenschluss der A 33 im Raum Bielefeld für das zweite Quartal dieses Jahres geplant ist. Dies wird einen deutlichen Rückgang des DTV-Wertes auf der Carl-Severing-Straße nach sich ziehen. Wie die Auswertung des Prognosefalles gezeigt hat, kann mit einer Reduzierung der Verkehrsmenge die Einhaltung des PM₁₀-Grenzwertes erreicht werden. Es erscheint daher sinnvoll, ein Szenario mit den Verkehrszahlen direkt nach Lückenschluss der A 33 zu simulieren, um die zu erwartende Entwicklung beurteilen zu können.

7 Zusammenfassung

Zahlreiche Bürger, die in der Nähe des Ostwestfalendamms wohnen, haben bei der Straßenverkehrsbehörde einen Antrag auf Reduzierung der Geschwindigkeit auf 80 km/h gestellt, um neben den Lärmbelastungen auch die Luftschadstoffbelastungen zu senken.

Vor diesem Hintergrund wurde das Ingenieurbüro simuPLAN beauftragt, die Stickstoffdioxid (NO₂)- und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5})- Immissionen entlang der Trasse mit Hilfe von Simulationsrechnungen zu bestimmen und anhand der Grenzwerte der 39. BImSchV zu bewerten.

Die Konzentrationen weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich, wie z.B. Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Benzol liegen heute aufgrund der bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen auch an höchstbelasteten „Hot Spots“ deutlich unterhalb gesundheitsbezogener Grenz- und Richtwerte. Sie wurden daher nicht weiter betrachtet.

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsrechenmodell MISKAM für den Analysefall (Prognosehorizont 2017) und den Prognosefall (Prognosehorizont 2030) durchgeführt.

Die durch den Straßenverkehr verursachten Emissionen wurden fahstreifengenau auf der Grundlage des aktuellen Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA 3.3) ermittelt. Hierbei wurde eine Flottenzusammensetzung angesetzt, die aus der lokalen Zulassungsstatistik für die Stadt Bielefeld abgeleitet wurde.

Als Grundlage der Ausbreitungsberechnungen wurde eine Windstatistik der Station Gütersloh verwendet. Diese Station gibt aufgrund ihrer räumlichen Nähe zum Untersuchungsgebiet und ihrer Lage südlich des Höhenzuges des Teutoburger Waldes die Windrichtungsverteilung im Untersuchungsgebiet besser wieder, als die weiter nördlich gelegene Station an der Universität von Bielefeld.

Neben den Luftschadstoffimmissionen, die durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursacht werden, wurden auch die Immissionsbeiträge durch Quellen außerhalb des Untersuchungsgebietes - die so genannte Hintergrundbelastung - berücksichtigt.

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die lufthygienische Belastung entlang des Ostwestfalendamms unkritisch ist. Aufgrund der guten Durchlüftung im Bereich der Trasse werden die hier freigesetzten Emissionen rasch durchmischt. Ebenfalls positiv bemerkbar macht sich die Tatsache, dass – insbesondere im nördlichen Rechengebiet – die benachbarte Wohnbebauung deutlich höher liegt als die Fahrbahn. Aus diesem Grunde erreichen die Luftschadstoffe die Immissionsorte nur in stark verdünnter Form.

Grenzwertüberschreitungen im Bereich der Wohnbebauung entlang der B 61 sind daher nicht zu erwarten. Dies gilt für die Jahresmittel- und Kurzzeitgrenzwerte für Stickstoffdioxid und Feinstaub gleichermaßen. Aus lufthygienischer Sicht besteht daher keine Notwendigkeit einer Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit auf dem Ostwestfalendamm.

Kritischer stellt sich die Situation im Umfeld der Kreuzung Carl-Severing- und Osnabrücker Straße im Ortsteil „Quelle“ dar. Das hohe Verkehrsaufkommen führt zu einem schlechten Verkehrsfluss und einem hohen Anteil an Stop-and-Go-Verkehr. Da die freigesetzten Emissionen in solchen Situationen um ein Vielfaches höher liegen als bei flüssigem Verkehr, werden im Analysefall in der Nähe der Kreuzung großräumige Überschreitungen der Grenzwerte des NO₂-Jahresmittels und der zulässigen Anzahl an PM₁₀-Überschreitungen prognostiziert.

Es ist anzumerken, dass sich die Verkehrsbelastung im Kreuzungsbereich durch den Lückenschluss der A 33, der im zweiten Quartal dieses Jahres erfolgen wird, deutlich verringert. Es erscheint daher sinnvoll, eine weitere Variante zu untersuchen, in der die zu erwartenden Verkehrszahlen direkt nach der Fertigstellung des Abschnittes der A 33 berücksichtigt werden. Dies ermöglicht eine bessere Einschätzung der Notwendigkeit möglicher immissionsmindernder Maßnahmen.

Im Prognosefall (2030) werden die Grenzwerte im gesamten Untersuchungsraum deutlich eingehalten.

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.

[CORINAIR]

European Environment Agency: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2007, Group 7: Road transport, Copenhagen 2007

[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.

[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 2017]

Keller, M.: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3, 2017.

[IVU 2011]

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

[LANUV 2016]

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz:

<http://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/berichte-und-trends/trends/>

[LOHMEYER 2011]

Schmidt, W., Düring, I., Lohmeyer, A.: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Strassenverkehrs. Dresden, 2011.

[VDI 2003]

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