

## Verkehrskonzept Essen-Werden

### *Fachgutachten zu den Luftschadstoffimmissionen*

Auftraggeber: Stadt Essen  
Amt für Stadtplanung und Bauordnung  
Lindenallee 10  
45127 Essen

Auftrags-Nr.: 1685-I

Datum: 29.11.2012

Bearbeiter:

Dipl.-Geogr. Björn Siebers

M.Sc. Geogr. Sebastian Clodt

## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis .....	3
1 Aufgabenstellung.....	5
2 Allgemeine Hintergrundinformationen .....	9
2.1 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) .....	9
2.2 Feinstaub (PM).....	10
3 Bewertungsmaßstab.....	12
4 Eingangsdaten .....	13
4.1 Emissionen.....	13
4.1.1 Eingangsdaten für die Emissionsberechnung .....	13
4.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Eingangsdaten.....	17
4.1.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung.....	21
4.2 Meteorologische Eingangsdaten .....	22
4.3 Hintergrundbelastung .....	24
5 Immissionsprognose.....	25
5.1 Rechenmodell .....	25
5.2 Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngrößen.....	27
5.2.1 Umwandlung von NO <sub>x</sub> zu NO <sub>2</sub> .....	27
5.2.2 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des NO <sub>2</sub> - Stundengrenzwertes.....	28
5.2.3 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des PM <sub>10</sub> - Tagesgrenzwertes .....	29
6 Ergebnisse .....	31
6.1 NO <sub>2</sub> .....	31
6.1.1 Analysefall.....	32
6.1.2 Prognosenullfall.....	34
6.1.3 Planfall .....	35
6.2 PM <sub>10</sub> .....	38
6.2.1 Analysefall.....	39
6.2.2 Prognosenullfall.....	40

6.2.3	Planfall .....	41
7	Zusammenfassung und Bewertung .....	43
8	Literaturverzeichnis .....	46

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Grenzwerte der verkehrsrelevanten Schadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach [39. BImSchV 2010] .....	12
Tabelle 4.1:	Anteile des Verkehrs mit Fahrweiten kleiner als 5 km am DTV [VDI 2003] .....	14
Tabelle 4.2:	PM <sub>10</sub> -Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abriebe (Auf/Ab) differenziert nach Verkehrssituation (Quelle: [LOHMEYER 2011]) .	16
Tabelle 4.3:	Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Analysefall .....	18
Tabelle 4.4:	Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Prognosenullfall ..	19
Tabelle 4.5:	Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Planfall .....	20
Tabelle 4.6:	Mittlere Emissionsraten (Bezugsjahre 2011 für den Analysefall und 2020 für Prognosenullfall und Planfall) .....	21
Tabelle 4.7:	Hintergrundbelastungswerte für das Untersuchungsgebiet .....	24
Tabelle 5.1:	Kenndaten des Rechengitters .....	25
Tabelle 6.1:	Prognostizierte NO <sub>2</sub> -Immissionskenngößen .....	31
Tabelle 6.2:	Prognostizierte PM <sub>10</sub> -Immissionskenngößen .....	38

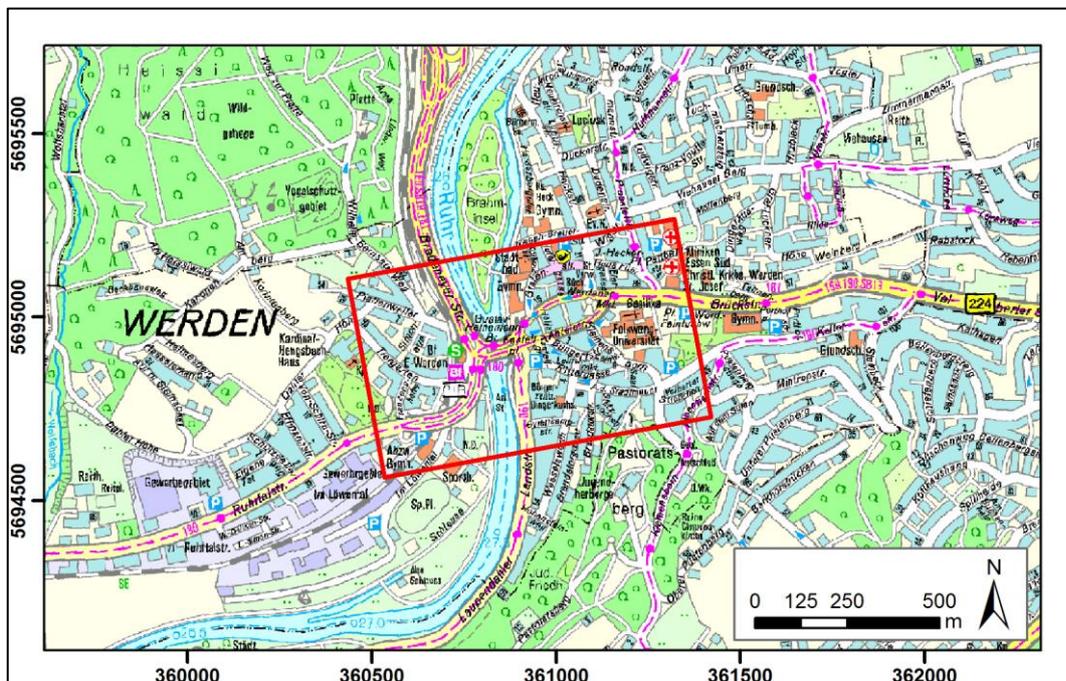
## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Lage des Untersuchungsgebietes .....	5
Abbildung 1.2:	Beispielfotos aus dem Untersuchungsgebiet .....	6
Abbildung 1.3:	Fotos aus dem Untersuchungsgebiet .....	7
Abbildung 1.4:	Übersichtslageplan des geplanten Verkehrskonzeptes (Quelle: Amt für Stadtplanung und Bauordnung der Stadt Essen) .....	8
Abbildung 4.1:	Verkehrssituationen gemäß HBEFA 3.1 .....	13
Abbildung 4.1:	Räumliche Lage der Querschnitte im Analysefall und Prognosenullfall .....	17
Abbildung 4.2:	Räumliche Lage der Querschnitte im Planfall .....	17

Abbildung 4.4: Relief im Umfeld des Untersuchungsgebietes und Lage der Messstation „Essen Wetteramt“ sowie des Zielortes für die Windfeldberechnung .....	22
Abbildung 4.5: Windrichtungsverteilung in 10m Höhe an der Station Essen-Wetteramt (links) und im Untersuchungsgebiet (rechts).....	23
Abbildung 5.1: Rechenmodell für den Analyse- und Prognosenullfall .....	26
Abbildung 5.2: Rechenmodell für den Planfall (Variante ohne Wand) .....	26
Abbildung 5.3: Statistischer Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten von NO <sub>x</sub> und NO <sub>2</sub> (Typ Stadt).....	28
Abbildung 5.4: Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO <sub>2</sub> -Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO <sub>x</sub> .....	29
Abbildung 5.5: Bestimmung der Anzahl der PM <sub>10</sub> -Überschreitungstage aus dem PM <sub>10</sub> -Jahresmittelwert.....	30
Abbildung 6.1: Jahresmittelwert der NO <sub>2</sub> -Konzentrationen im Analysefall .....	33
Abbildung 6.2: Jahresmittelwert der NO <sub>2</sub> -Konzentrationen im Prognosenullfall .....	35
Abbildung 6.3: Jahresmittelwert der NO <sub>2</sub> -Konzentrationen im Planfall (ohne Lärmschutzwand im Bereich des Werdener Marktes) .....	36
Abbildung 6.4: Jahresmittelwert der NO <sub>2</sub> -Konzentrationen im Planfall (mit Lärmschutzwand im Bereich des Werdener Marktes) .....	37
Abbildung 6.5: Anzahl der Tage eines Jahres mit PM <sub>10</sub> -Tagesmittelwerten > 50 µg/m <sup>3</sup> im Analysefall.....	39
Abbildung 6.6: Anzahl der Tage eines Jahres mit PM <sub>10</sub> -Tagesmittelwerten > 50 µg/m <sup>3</sup> im Prognosenullfall.....	40
Abbildung 6.7: Anzahl der Tage eines Jahres mit PM <sub>10</sub> -Tagesmittelwerten > 50 µg/m <sup>3</sup> im Planfall (ohne Lärmschutzwand im Bereich des Werdener Marktes) .....	41
Abbildung 6.8: Anzahl der Tage eines Jahres mit PM <sub>10</sub> -Tagesmittelwerten > 50 µg/m <sup>3</sup> im Planfall (mit Lärmschutzwand im Bereich des Werdener Marktes) .....	42

## 1 Aufgabenstellung

Der im Ruhrtal gelegene Essener Ortsteil Werden ist mit seiner gewachsenen Struktur ein verkehrliches Nadelöhr, das von Durchgangsverkehren (Velbert <-> Essen-Innenstadt), aber vor allem von Quell- und Zielverkehren in Werden selbst stark belastet wird (vgl. Abbildung 1.1 und Fotos in Abbildung 1.2). Das starke Verkehrsaufkommen sorgt in Kombination mit der verdichteten Bebauungsstruktur für eine hohe Lärm- und Luftschadstoffbelastung der Anwohner. So werden durch eine Stickstoffdioxid-Passivsammlermessung in der Brückstraße seit Jahren deutliche Grenzwertüberschreitungen des in der 39. BImSchV aufgeführten Grenzwertes zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert dokumentiert.



**Abbildung 1.1: Lage des Untersuchungsgebietes**

Im Rahmen einer Verkehrsuntersuchung [HELMERT 2012] wurden daher Lösungsmöglichkeiten entwickelt, die eine Reduktion und stadtverträgliche Führung des motorisierten Individualverkehrs im Ortskern Werden bewirken. Im Ergebnis wurde eine Netzkonzeption erarbeitet, die im Vergleich zu heute eine veränderte Verkehrsführung beinhaltet.

Die im Rahmen des Gutachtens erarbeitete Vorzugsvariante basiert auf dem Grundgedanken, dass die Brückstraße (B 224) vom Durchgangsverkehr entlastet und der Verkehr der Brückstraße in der Abteistraße gebündelt wird. Hierfür soll die Einbahnstraßenregelung in der Abteistraße aufgehoben werden und für Verkehre in beide Richtungen geöffnet werden. Während die Abteistraße durch die Bündelung des Durchgangsverkehrs verkehrlich stärker belastet wird, werden sowohl die Brückstraße (Abschnitt zwischen Gustav-Heinemann Brücke und Werdener Markt) als auch der

Werdener Markt als zentraler Platz in Werden beruhigt und gewinnen an Aufenthaltsqualität. Die Brückstraße bleibt weiterhin einstreifig für den MIV befahrbar, sie wird jedoch verkehrsberuhigt. Die heutige Einbahnstraßenregelung in der Brückstraße wird umgedreht. Die Abbildung 1.4 auf Seite 8 gibt einen Überblick über die geplante Verkehrsführung.

Zur Beurteilung der Auswirkung des Verkehrskonzeptes auf die lufthygienische Belastungssituation in Essen-Werden wurde das Ingenieurbüro simuPLAN beauftragt, die Stickstoffdioxid- (NO<sub>2</sub>) und Feinstaubimmissionen (PM<sub>10</sub>) 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. Benzol, Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Kohlenmonoxid (CO) 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 vier Varianten (Analysefall, Prognosenullfall, Planfall ohne Lärmschutzwand am Werdener Markt, Planfall mit Lärmschutzwand am Werdener Markt) durchgeführt. Die Gebäudestellungen und -höhen wurden hierbei aus digitalen Planunterlagen abgeleitet und im Rahmen einer Ortsbesichtigung überprüft.

**Analysefall:** Momentane Bebauungssituation, Verkehrsführung und Verkehrsbelastung, Emissionsfaktoren für das Jahr 2011

**Prognosenullfall:** Momentane Bebauungssituation und Verkehrsführung, Prognose-Verkehrsbelastung für das Jahr 2020, Umweltzonenregelung zum 01.07.2014, Emissionsfaktoren für das Jahr 2020.

**Planfall o. Wand:** Momentane Bebauungssituation, Realisierung des Netzkonzeptes, Prognose-Verkehrsbelastung für das Jahr 2020, Umweltzonenregelung zum 01.07.2014, Emissionsfaktoren für das Jahr 2020, keine Lärmschutzwand am Werdener Markt.

**Planfall m. Wand:** Momentane Bebauungssituation, Realisierung des Netzkonzeptes, Prognose-Verkehrsbelastung für das Jahr 2020, Umweltzonenregelung zum 01.07.2014, Emissionsfaktoren für das Jahr 2020 Lärmschutzwand am Werdener Markt.

Die durch den Straßenverkehr verursachten Emissionen wurden fahrestreifengenau ermittelt. Für die Emissionsberechnung wurden Emissionsfaktoren für das Jahr 2011 (Analysefall) bzw. 2020 (Prognosenullfall und Planfall) verwendet. Hierbei wurde die zum 01.07.2014 geltende Umweltzonenregelung berücksichtigt.

Auf Grund fehlender Wetterdaten, mit denen die besondere Belüftungssituation in Essen-Werden abgebildet werden könnte, werden zunächst mithilfe des diagnostischen Windfeld-

und Ausbreitungsmodells LASAT Wetterdaten der nahe gelegenen DWD-Station „Wetteramt“ in das Untersuchungsgebiet übertragen. Die an das Untersuchungsgebiet angepasste meteorologische Zeitreihe wurde als Grundlage für die Ausbreitungsrechnungen verwendet.

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 Hintergrundbelastung für die Luftschadstoffe NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> wurde in Abstimmung mit dem Landesamt für Natur- Umwelt und Verbraucherschutz auf der Grundlage von Modellberechnungen festgelegt.



**Abbildung 1.3: Fotos aus dem Untersuchungsgebiet**

Links: Brückstraße, Blickrichtung Ost

Rechts: Abteistraße, Blickrichtung West



Abbildung 1.4: Übersichtslageplan des geplanten Verkehrskonzeptes (Quelle: Amt für Stadtplanung und Bauordnung der Stadt Essen)

## **2 Allgemeine Hintergrundinformationen**

### **2.1 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)**

Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) sind die zusammenfassende Bezeichnung für Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). 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<sub>2</sub> als sekundärem, vergleichsweise stabilem und schädlicherem Umwandlungsprodukt ist eher ein Maß für die Auswirkungen des Verkehrs im Zusammenspiel der zugrunde liegenden Einflussgrößen. NO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> 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 <sub>10</sub> *:	< 10 µm
Lungengängiger Feinstaub PM <sub>2,5</sub> *:	< 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 (SO<sub>2</sub>), Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Kohlenwasserstoffe (VOC), Nitrat und Ammoniak (NH<sub>3</sub>), 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  $PM_{10}$ , 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 PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> blieben erhalten. Zusätzlich wurden sie um einen Immissionsgrenzwert für lungengängigen Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) ergänzt (siehe Tabelle 3.1).

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

PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] Jahresmittel	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] Tagesmittel	PM <sub>2,5</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] Jahresmittel	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] Jahresmittel	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] 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 NO<sub>2</sub> sind seit dem Jahr 2010, die Grenzwerte für PM<sub>10</sub> sind seit dem Jahr 2005 einzuhalten. Der Grenzwert für PM<sub>2,5</sub> erhält rückwirkend ab dem Jahr 2009 mit einer Toleranzmarge von 5 µg/m<sup>3</sup> Gültigkeit. Die Toleranzmarge reduziert sich jährlich um ein Sechstel, bis im Jahr 2015 der einzuhaltende Grenzwert 25 µg/m<sup>3</sup> erreicht ist.

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 Immissionsgrenzwert-Überschreitungen 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 [INFRAS 2010] zusammengestellten Emissionsdaten.

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 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 und Anteilen schwerer Nutzfahrzeuge > 3,5t benötigt. Diese Zahlen wurden uns für den Analysefall, den Prognosenullfall und den Planfall vom Verkehrsgutachter auf der Grundlage der Verkehrsuntersuchung [HELMERT 2012] für das gesamte betrachtete Straßennetz zur Verfügung gestellt.

##### 4.1.1.2 Verkehrssituation und Störungsgrad

Zur Berechnung der Abgasemissionen auf der Grundlage des HBEFA 3.1 muss jeder Fahrspur eine Verkehrssituation zugewiesen werden. Eine Übersicht über die zur Verfügung stehenden Verkehrssituationen gibt die nachfolgende Abbildung.

Abbildung 4.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 3.1

Gebiet	Strassentyp	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														

Die Zuweisung der Verkehrssituationen für den Analyse- und Prognosefall erfolgte auf der Grundlage einer Ortsbesichtigung am 03.09.2012. Neben der Verkehrssituation ist auch die Wahl des Störungsgrades bei der Emissionsberechnung ein entscheidender Parameter. Im HBEFA 3.1 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 Verkehrsdaten und typischer Straßenkapazitäten berechnet.

Zur Berücksichtigung des erhöhten Stop+Go-Anteils im Bereich von Lichtsignalanlagen wurden zudem Rückstaubereiche mit einem festen Stop+Go-Anteil von 10% definiert

#### 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 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 Innen- stadt	10 - 30 Innen- stadt	5 - 10 Innen- stadt	5 - 20 Quell- nah	< 2 Nebens- tr.	> 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 Ergebnisse einer Emissionsberechnung, da bergauffahrende Kfz deutlich mehr emittieren als bergabfahrende Kfz. Die Längsneigung wurde für jede Straßenspur auf der Grundlage eines digitalen Geländemodells mit einer Auflösung von 10m bestimmt.

#### **4.1.1.5 Flottenzusammensetzung**

Für die Berechnung der PKW- und sNfz-Emissionen im Analysefall wurde die im HBEFA hinterlegte Standardflotte „BAU“ (business as usual) mit dem Bezugsjahr 2011 genutzt. Da im Jahr 2011 noch keine Umweltzonenregelung für den Ortskern von Essen-Werden galt, wurde die Umweltzone bei der Emissionsberechnung für den Analysefall nicht berücksichtigt.

Mit Wirkung vom 01. Januar 2012 ist im Ruhrgebiet eine zusammenhängende Umweltzone eingerichtet worden, innerhalb der ein Fahrverbot für alle Fahrzeuge ohne Umweltplakette gilt. Diese Umweltzone umfasst auch das Untersuchungsgebiet in Essen-Werden.

Ab dem 01.07.2014 wird die Umweltzone auch für Fahrzeuge mit roter und gelber Plakette gesperrt. Bei der Emissionsberechnung des Prognosenullfalls und des Planfalls wurde diese Umweltzonenregelung berücksichtigt. Hierzu wurden aus dem im HBEFA hinterlegten Flottenmix „BAU“ für das Bezugsjahr 2020 alle Fahrzeuge entfernt, die aufgrund ihrer Abgasnorm die Umweltzone nicht mehr befahren dürfen. Bei den PKW sind dies Fahrzeuge mit Benzinmotoren vor Euro1 sowie Fahrzeuge mit Dieselmotoren vor Euro4. Bei den schweren Nutzfahrzeugen sind alle Fahrzeuge mit schlechteren Abgasstandards als Euro4 von der Befahrung der Umweltzone ausgeschlossen.

Die wegfallenden Fahrzeuggruppen wurden anteilig mit Fahrzeugen der in der Umweltzone zulässigen Abgasnormen ersetzt.

#### 4.1.1.6 Emissionsfaktoren für Aufwirbeln und Abrieb von PM<sub>10</sub>

Bei PM<sub>10</sub>-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. In [INFRAS 2010] sind keine Emissionsfaktoren für das Aufwirbeln von PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub>-Emissionen verwendet.

Im HBEFA 3.1 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 Verkehrsdaten und typischer Straßenkapazitäten berechnet.

**Tabelle 4.2: PM<sub>10</sub>-Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abriebe (Auf/Ab) differenziert nach Verkehrssituation (Quelle: [LOHMEYER 2011])**

HBEFA 3.1	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

#### 4.1.2 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 der folgenden Abbildungen vorgenommen werden.

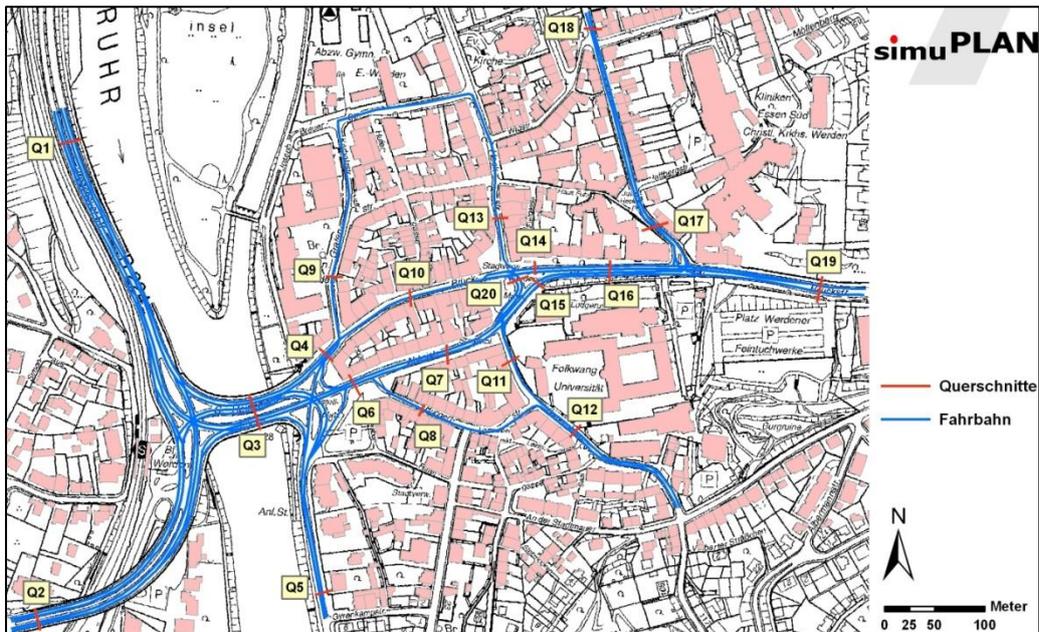


Abbildung 4.2: Räumliche Lage der Querschnitte im Analysefall und Prognosenullfall

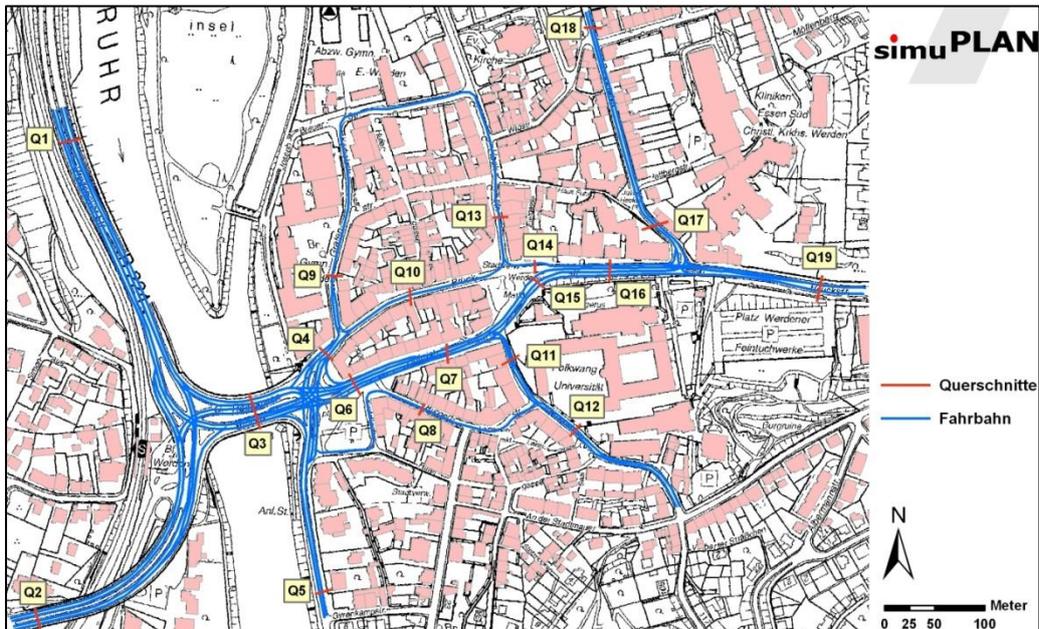


Abbildung 4.3: Räumliche Lage der Querschnitte im Planfall

Tabelle 4.3: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Analysefall

Straßenquerschnitt Bezeichnung	Analysefall		Gang Nr. Kaltstart- Faktor (s. Tab. 4.2)	Verkehrssituation nach HBEFA [INFRAS 2010]
	DTV [Kfz/Tag]	sNfz [%]		
Bredeneyer Straße (Q1)	33.505	6,3	8	Agglo/FernStr-City/60
Ruhrtalstraße (Q2)	13.126	6,3	8	Agglo/HVS/60
Gustav-Heinemann-Brücke (Q3)	37.614	6,0	4/8	Agglo/FernStr-City/50
Brückstraße (Q4)	18.084	6,6	4	Agglo/FernStr-City/50
Laupendahler Landstraße (Q5)	5.265	3,5	5	Agglo/HVS/50
Abteistraße (Q6)	17.797	5,7	4	Agglo/FernStr-City/50
Abteistraße (Q7)	14.372	5,7	4	Agglo/FernStr-City/50
Bungertstraße (Q8)	3.425	2,1	5	Agglo/Erschliessung/30
Grafenstraße (Q9)	3.434	5,3	5	Agglo/Erschliessung/30
Brückstraße (Q10)	14.651	7,0	4	Agglo/FernStr-City/50
Klemensborn (Q11)	2.381	2,1	5	Agglo/Erschliessung/30
Klemensborn (Q12)	5.508	1,1	5	Agglo/HVS/50
Heckstraße (Q13)	3.054	5,1	5	Agglo/Erschliessung/30
Brückstraße (Q14)	12.507	6,8	4	Agglo/FernStr-City/50
Abteistraße (Q15)	11.549	5,7	4	Agglo/FernStr-City/50
Brückstraße (Q16)	24.056	6,0	4	Agglo/FernStr-City/50
Propsteistraße (Q17)	7.159	4,7	5	Agglo/Sammel/50
Propsteistraße (Q18)	6.763	4,7	5	Agglo/Sammel/50
Brückstraße (Q19)	19.204	6,5	4	Agglo/FernStr-City/50
Werdener Markt (Q20)	5.197	6,6	4	Agglo/FernStr-City/50

Tabelle 4.4: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Prognosenullfall

Straßenquerschnitt Bezeichnung	Analysefall		Gang Nr. Kaltstart- Faktor (s. Tab. 4.2)	Verkehrssituation nach HBEFA [INFRAS 2010]
	DTV [Kfz/Tag]	sNfz [%]		
Bredeneyer Straße (Q1)	33.875	6,3	8	Agglo/FernStr-City/60
Ruhrtalstraße (Q2)	12.147	6,3	8	Agglo/HVS/60
Gustav-Heinemann-Brücke (Q3)	35.676	6,0	4/8	Agglo/FernStr-City/50
Brückstraße (Q4)	17.340	6,6	4	Agglo/FernStr-City/50
Laupendahler Landstraße (Q5)	5.283	3,5	5	Agglo/HVS/50
Abteistraße (Q6)	17.351	5,7	4	Agglo/FernStr-City/50
Abteistraße (Q7)	13.553	5,7	4	Agglo/FernStr-City/50
Bungertstraße (Q8)	3.797	2,1	5	Agglo/Erschliessung/30
Grafenstraße (Q9)	3.358	5,3	5	Agglo/Erschliessung/30
Brückstraße (Q10)	13.983	7,0	4	Agglo/FernStr-City/50
Klemensborn (Q11)	2.516	3,7	5	Agglo/Erschliessung/30
Klemensborn (Q12)	6.104	3,0	5	Agglo/HVS/50
Heckstraße (Q13)	2.815	5,1	5	Agglo/Erschliessung/30
Brückstraße (Q14)	11.819	6,8	4	Agglo/FernStr-City/50
Abteistraße (Q15)	11.086	5,7	4	Agglo/FernStr-City/50
Brückstraße (Q16)	22.905	6,0	4	Agglo/FernStr-City/50
Propsteistraße (Q17)	7.132	4,7	5	Agglo/Sammel/50
Propsteistraße (Q18)	6.745	4,7	5	Agglo/Sammel/50
Brückstraße (Q19)	18.355	6,5	4	Agglo/FernStr-City/50
Werdener Markt (Q20)	4.978	6,6	4	Agglo/FernStr-City/50

Tabelle 4.5: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung im Planfall

Straßenquerschnitt Bezeichnung	Analysefall		Gang Nr. Kaltstart- Faktor (s. Tab. 4.2)	Verkehrssituation nach HBEFA [INFRAS 2010]
	DTV [Kfz/Tag]	sNfz [%]		
Bredeneyer Straße (Q1)	34.843	6,3	8	Agglo/FernStr-City/60
Ruhrtalstraße (Q2)	12.342	6,3	8	Agglo/HVS/60
Gustav-Heinemann-Brücke (Q3)	37.452	6,0	4/8	Agglo/FernStr-City/50
Brückstraße (Q4)	9.208	5,4	4	Agglo/HVS/50
Laupendahler Landstraße (Q5)	5.693	3,5	5	Agglo/HVS/50
Abteistraße (Q6)	23.543	5,7	4	Agglo/FernStr-City/50
Abteistraße (Q7)	23.182	5,7	4	Agglo/FernStr-City/50
Bungertstraße (Q8)	3.482	2,1	5	Agglo/Erschliessung/30
Grafenstraße (Q9)	4.401	5,3	5	Agglo/Erschliessung/30
Brückstraße (Q10)	4.807	5,4	4	Agglo/HVS/50
Klemensborn (Q11)	4.438	3,7	5	Agglo/HVS/50
Klemensborn (Q12)	7.587	3,0	5	Agglo/HVS/50
Heckstraße (Q13)	5.709	5,1	5	Agglo/Erschliessung/30
Brückstraße (Q14)	901	5,1	4	Agglo/Erschliessung/30
Abteistraße (Q15)	18.548	6,2	4	Agglo/FernStr-City/50
Brückstraße (Q16)	19.450	6,2	4	Agglo/FernStr-City/50
Propsteistraße (Q17)	3.635	4,7	5	Agglo/Sammel/50
Propsteistraße (Q18)	3.245	4,7	5	Agglo/Sammel/50
Brückstraße (Q19)	18.075	6,5	4	Agglo/FernStr-City/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<sub>x</sub>- und PM<sub>10</sub>-Emissionen bestimmt. Hierbei wurden die in [INFRAS 2010] angegebenen Emissionsfaktoren für die Bezugsjahre 2011 (Analysefall) und 2015 (Prognosenull- und Planfall) verwendet. Die Tabelle 4.6 zeigt die so berechneten Emissionen.

**Tabelle 4.6: Mittlere Emissionsraten (Bezugsjahre 2011 für den Analysefall und 2020 für Prognosenullfall und Planfall)**

Straßenquerschnitt Bezeichnung	Analysefall Angaben in [g/(h·km)]		Prognosenullfall Angaben in [g/(h·km)]		Planfall Angaben in [g/(h·km)]	
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Bredeneyer Straße (Q1)	676,6	73,2	269,4	60,0	277,2	62,1
Ruhrtalstraße (Q2)	263,0	25,7	102,3	18,3	103,9	18,6
Gustav-Heinemann-Brücke (Q3)	691,2	80,4	285,2	61,3	300,8	65,1
Brückstraße (Q4)	565,3	50,8	218,9	40,1	99,3	14,3
Laupendahler Landstraße (Q5)	100,4	9,7	48,4	7,4	52,5	8,0
Abteistraße (Q6)	283,9	39,5	133,9	31,8	210,7	39,9
Abteistraße (Q7)	308,9	32,0	117,6	23,6	205,2	43,0
Bungertstraße (Q8)	95,6	6,9	65,6	6,4	47,7	4,9
Grafenstraße (Q9)	111,5	9,5	50,0	7,1	64,8	9,7
Brückstraße (Q10)	297,2	46,7	127,6	35,9	57,1	7,9
Klemensborn (Q11)	32,4	4,5	20,9	4,4	59,4	7,9
Klemensborn (Q12)	111,8	9,6	63,3	8,6	79,4	10,8
Heckstraße (Q13)	97,8	8,2	41,8	5,7	81,9	13,2
Brückstraße (Q14)	161,4	30,9	78,9	24,9	13,7	1,7
Abteistraße (Q15)	416,6	28,1	154,6	19,1	183,4	33,5
Brückstraße (Q16)	544,9	53,3	216,1	39,2	187,5	34,7
Propsteistraße (Q17)	157,1	14,2	70,7	10,7	34,7	5,1
Propsteistraße (Q18)	148,0	13,3	66,5	10,1	34,7	5,1
Brückstraße (Q19)	475,5	48,6	183,1	36,3	180,1	35,5
Werdener Markt (Q20)	114,1	10,5	42,8	7,7	-	-

## 4.2 Meteorologische Eingangsdaten

Für die Berechnung von Schadstoffimmissionen werden Wetterdaten (Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse) benötigt, die sowohl räumlich als auch zeitlich repräsentativ sind für das jeweilige Untersuchungsgebiet.

Aufgrund der komplexen topographischen Situation (Tallage mit Süd-Nord Ausrichtung, vgl. Abbildung 4.4) konnte im weiteren Umfeld des Untersuchungsgebietes keine Messstation mit geeigneten Daten ermittelt werden. Falls keine repräsentativen Wetterdaten vorhanden sind, kann mithilfe eines diagnostischen Windfeldmodells unter Berücksichtigung der Topographie die Windstatistik eines bekannten Messstandortes auf das Untersuchungsgebiet übertragen werden.

Etwa 3km nordwestlich des Untersuchungsgebietes befindet sich die DWD-Station „Essen Wetteramt“. Von dieser Station lag eine Zeitreihe der Windrichtung, Windgeschwindigkeit und des Bedeckungsgrades in Form eines Testreferenzjahres vor. Testreferenzjahre (TRY) sind vom DWD zusammengestellte Datensätze, die für jede Stunde eines Jahres verschiedene meteorologische Daten enthalten. Sie sollen einen mittleren, aber für das Jahr und eine bestimmte Region typischen Witterungsverlauf repräsentieren [DWD 2012].

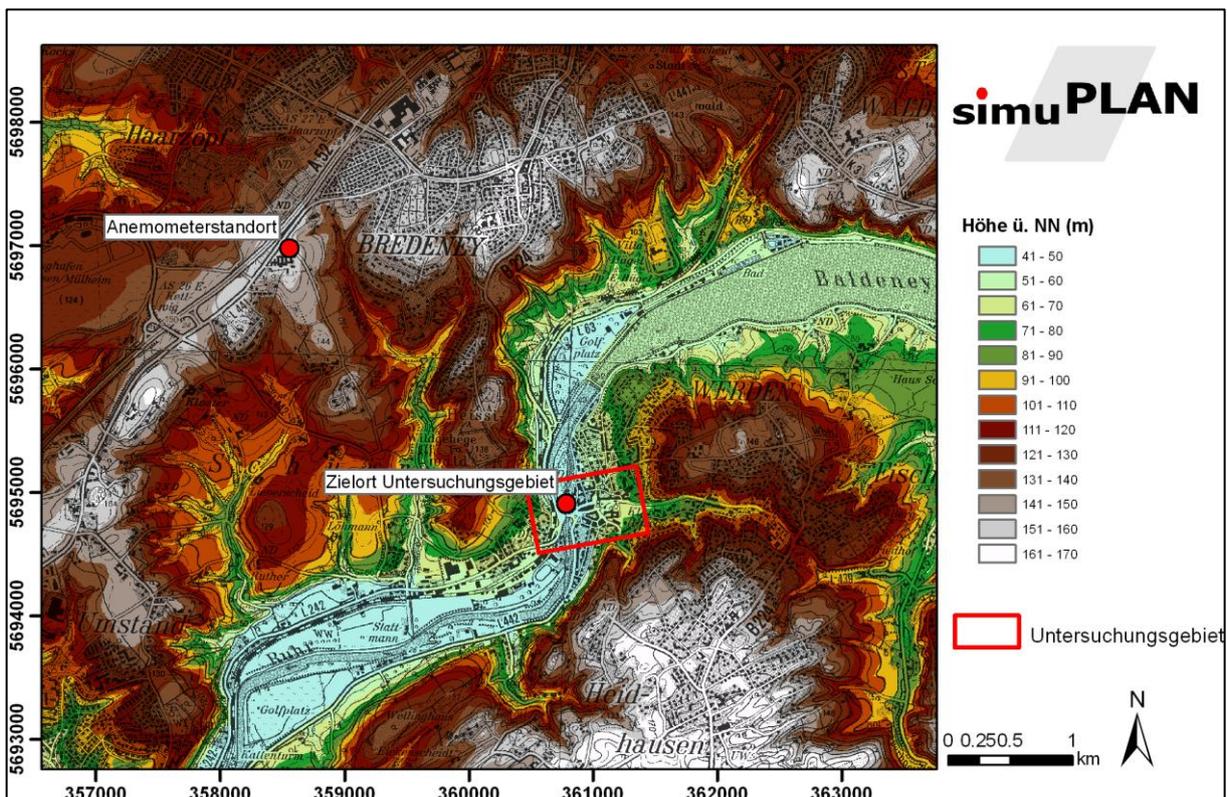
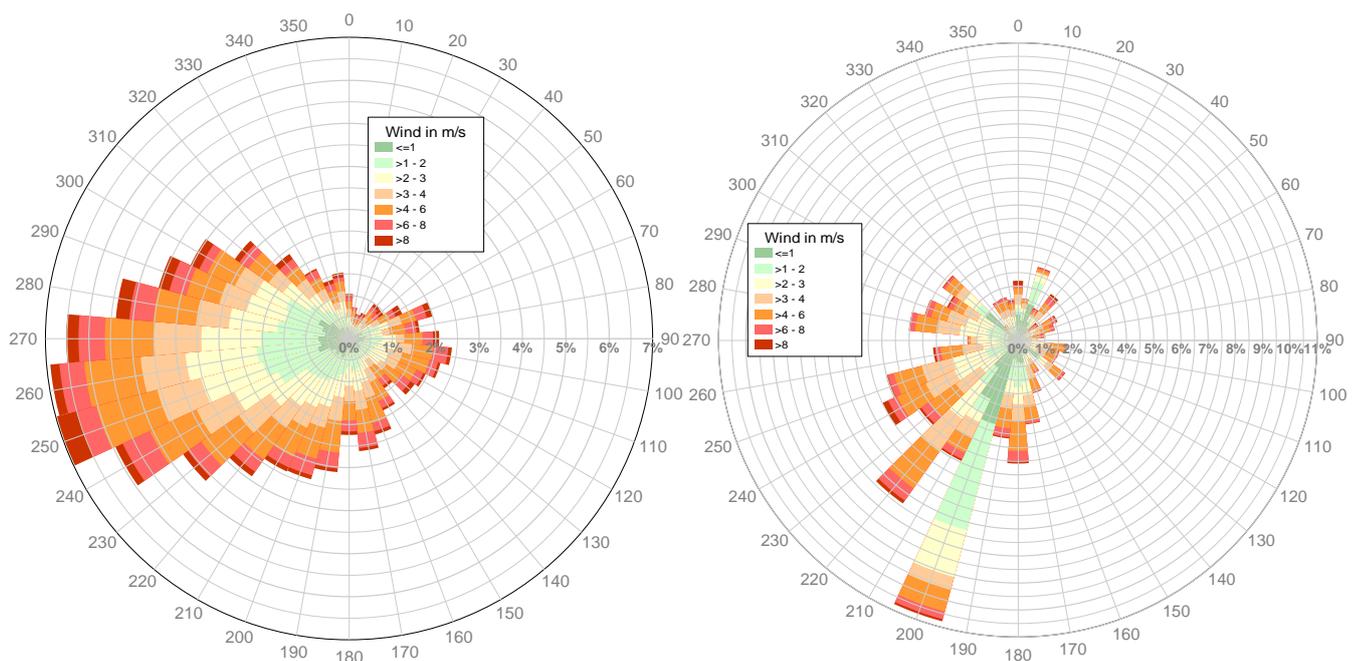


Abbildung 4.4: Relief im Umfeld des Untersuchungsgebietes und Lage der Messstation „Essen Wetteramt“ sowie des Zielortes für die Windfeldberechnung

Auf der Grundlage der meteorologischen Parameter konnte für jede Stunde des Testreferenzjahres nach Vorgabe der VDI Richtlinie 3782 Blatt 1 [VDI 3782] die Ausbreitungsklasse bestimmt werden. Auf der Grundlage der so erzeugten Zeitreihe wurde mit dem diagnostischen Windfeldmodell LASAT [JANICKE 2009] unter Berücksichtigung der Topographie eine Windfeldberechnung durchgeführt. Am Zielort des Untersuchungsgebiet (vgl. Abbildung 4.4) wurden anschließend für jede Stunde des Jahres die Parameter Windrichtung und Windgeschwindigkeit aus dem erzeugten Windfeld ausgelesen. Das Ergebnis ist eine meteorologische Zeitreihe unter Berücksichtigung der besonderen topographischen Verhältnisse in Essen-Werden. Mit der so erzeugten Zeitreihe erfolgte im Anschluss die Windfeld- und Ausbreitungsberechnung mit dem mikroskaligen Modell MISKAM. Da diese Zeitreihe bereits den Topographieeinfluss implementiert hat, kann in der MISKAM-Rechnung auf die Modellierung der topographischen Verhältnisse verzichtet werden.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Windrichtungsverteilung an der Station Essen Wetteramt sowie berechnete Windrichtungsverteilung am Zielort im Untersuchungsgebiet.



**Abbildung 4.5: Windrichtungsverteilung in 10m Höhe an der Station Essen-Wetteramt (links) und im Untersuchungsgebiet (rechts)**

Die Abbildung 4.5 verdeutlicht, dass der Wind in der Kuppenlage am Wetteramt vorwiegend aus westlichen Richtungen weht. Durch die Nord-/ Südausrichtung des Ruhrtals bei Essen-Werden erfolgt zumindest bei Schwachwinden und stabilen Schichtungen eine deutliche Kanalisierung der Strömung in Talrichtung. Die mittlere Windgeschwindigkeit in 10m Höhe beträgt an der Station Wetteramt 3,5 m/s, im Ruhrtal liegt die mittlere Windgeschwindigkeit durch die abschirmende Wirkung der angrenzenden Berghänge nur noch bei 2.8 m/s.

### 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 PM-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 Hintergrundbelastung für die Schadstoffe PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> wurde in Abstimmung mit dem LANUV auf Werte zurückgegriffen, die vom LANUV mit Hilfe von EURAD- und Fladis-Modellrechnungen mit dem Prognosehorizont 2010 erstellt wurden.

Aufgrund verschärfter politischer Vorgaben zur Emissionsminderung ist in den nächsten Jahren von allmählich zurück gehenden Werten der Hintergrundbelastung auszugehen. Im aktuellen Luftreinhalteplan für das westliche Ruhrgebiet [BR Düsseldorf 2011] wird davon ausgegangen, dass die regionale Hintergrundbelastung sowohl für NO<sub>2</sub> als auch für PM<sub>10</sub> im Zeitraum von 2010 bis 2015 um ca. 1 bis 2 µg/m<sup>3</sup> gesenkt wird. Analog zu dieser Annahme wurde in den Berechnungen für den Prognosefall- und den Planfall ein Rückgang von 2 µg/m<sup>3</sup> in der PM<sub>10</sub>- und NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung angesetzt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die zur Bestimmung der Hintergrundbelastung verwendeten Hintergrundbelastungswerte für die Schadstoffe NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>.

**Tabelle 4.7: Hintergrundbelastungswerte für das Untersuchungsgebiet**

	Hintergrundbelastung	
	Analysefall (2011) [µg/m <sup>3</sup> ]	Prognosefall- / Planfall (2020) [µg/m <sup>3</sup> ]
NO <sub>2</sub> -JMW	29,2	27,2
PM <sub>10</sub> -JMW	20,5	18,5

## 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. Zur Ableitung der Gebäudegrundrisse und Höhen wurden digitale Daten der amtlichen Liegenschaftskarte (ALK) genutzt. Die Gebäudehöhen wurden im Rahmen einer Ortsbegehung überprüft und ggf. angepasst. Da die topographischen Verhältnisse bereits in der für die Ausbreitungsberechnungen verwendeten Zeitreihe enthalten sind (vgl. Kapitel 4.2), wurde auf eine detaillierte Modellierung der Topographie für die MISKAM-Berechnung verzichtet.

Die Abbildungen auf der nachfolgenden Seite zeigen die in die Windfeldberechnung einfließenden Gebäudestrukturen sowie die digitalisierten Fahrspuren.

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 1,5 m. In z-Richtung wurde in Bodennähe ein Gitter mit einer Auflösung von 0,6 m realisiert. Die Kenndaten des verwendeten Rechengitters sind in der Tabelle 5.1 zusammengestellt.

**Tabelle 5.1: Kenndaten des Rechengitters**

Anzahl und Abstand der Gitterpunkte			Gitterpunktanzahl
x-Richtung	y-Richtung	z-Richtung	
693 1,5 m	446 1,5 m	22 0,6 m*	6.799.716

\* Variabel, mit der Höhe zunehmend

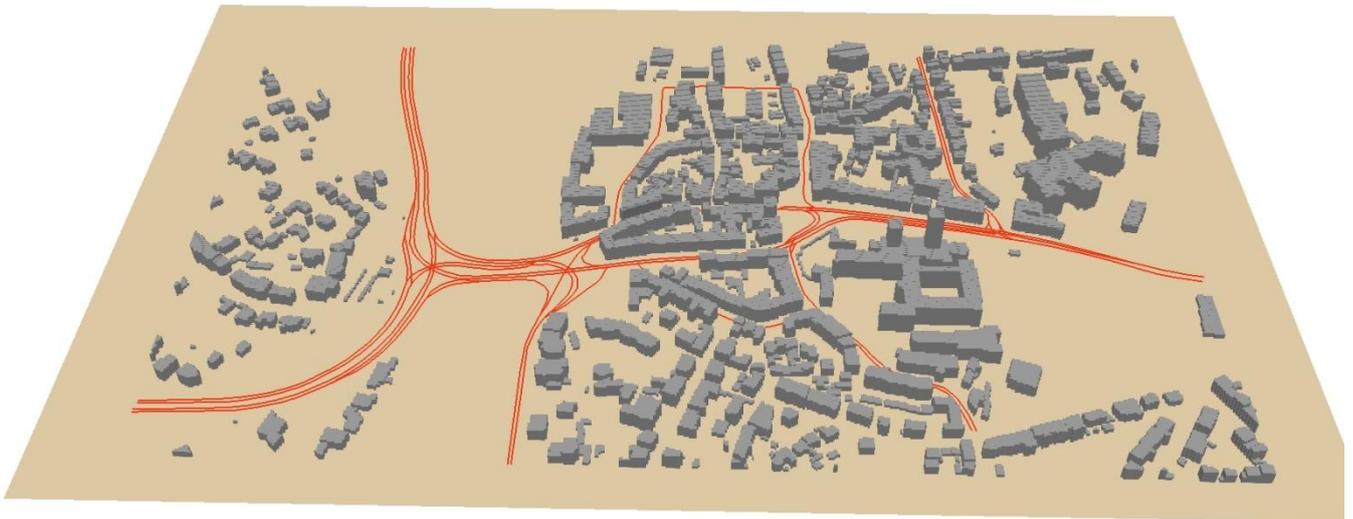


Abbildung 5.1: Rechenmodell für den Analyse- und Prognosenullfall

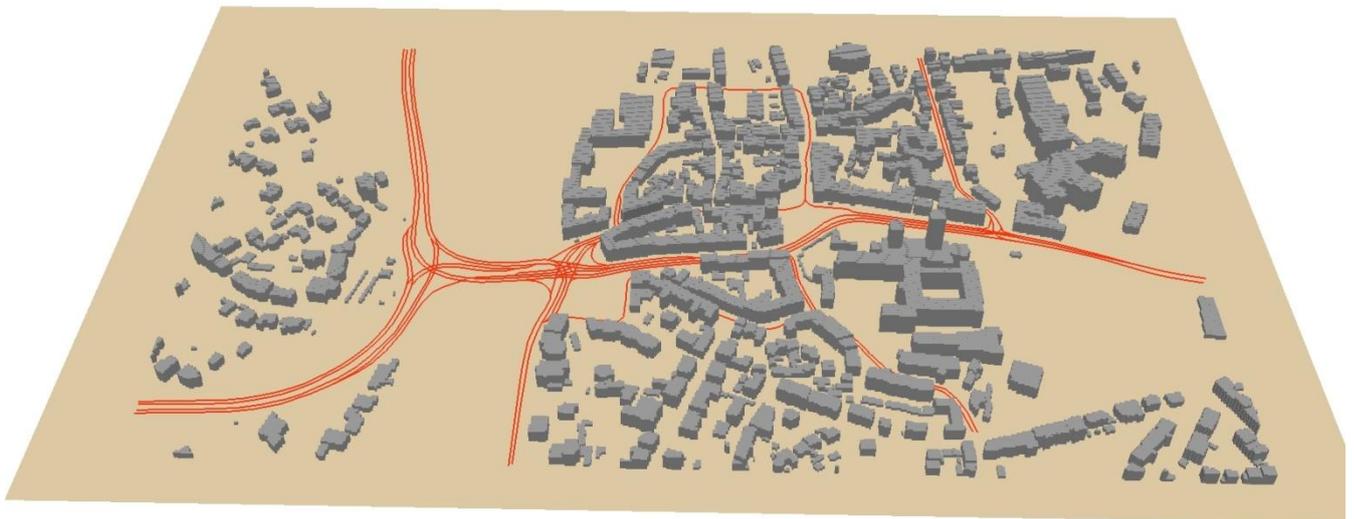


Abbildung 5.2: Rechenmodell für den Planfall (Variante ohne Wand)

## 5.2 Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngrößen

Die Jahresmittelwerte für  $PM_{10}$ ,  $NO_2$ , und  $PM_{2,5}$  werden auf der Basis von 36 Einzelsimulationen mit der mittleren stündlichen Emissionsstärke berechnet. Hierbei werden 36 Windrichtungen ( $10^\circ$  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 $NO_2$

PM kann in der betrachteten Raum-Zeitskala als chemisch inert angesehen werden. Für  $NO_2$  müssen jedoch bei der Bestimmung des Jahresmittelwertes neben der Quellstärke, dem Transport und der Turbulenz auch schnell ablaufende chemische Umwandlungsprozesse berücksichtigt werden, bei denen es zu einer teilweisen Umwandlung von NO in  $NO_2$  kommt. Die Intensität des Umwandlungsprozesses ist von einer Vielzahl von Parametern – z. B. der Temperatur, der kurzweiligen Strahlungsintensität sowie den Hintergrundbelastungen von NO,  $NO_2$  und Ozon - abhängig.

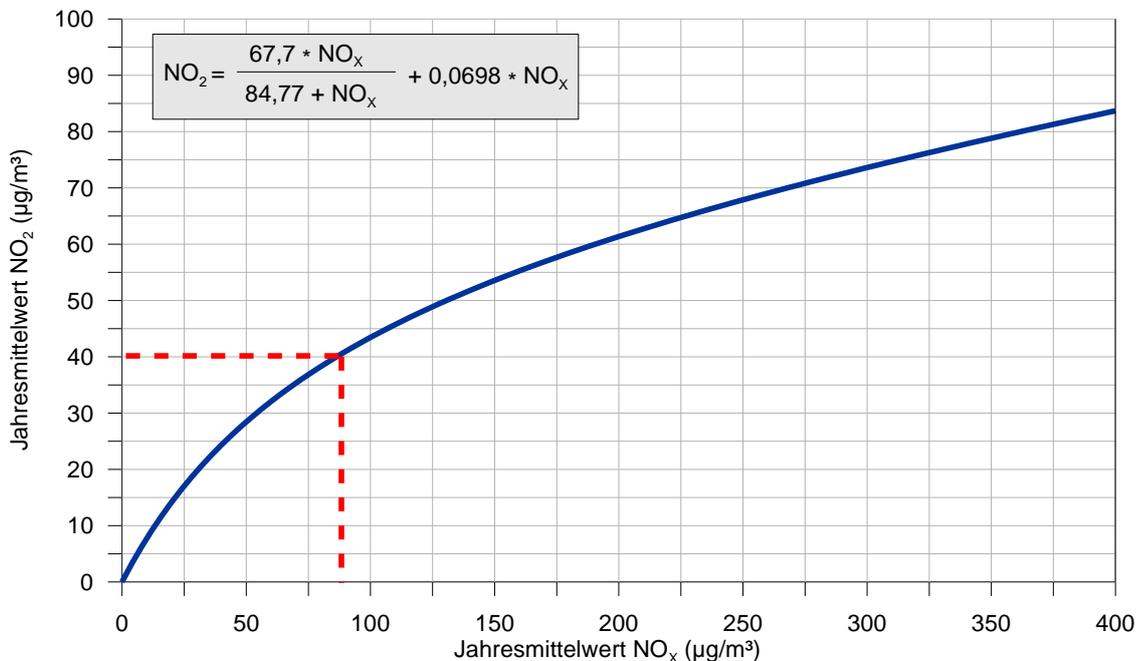
Die Einbindung der komplexen photochemischen Umwandlung in die Ausbreitungsrechnung wird durch die Bestimmung des Jahresmittelwertes mittels der Regressionsbeziehung gemäß Gl. (1) vermieden.

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

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  $NO_2$ -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  $NO_2$ -Werte resultieren. Die Koeffizienten lauten  $A=67,70$ ;  $B=84,77$  und  $C=0,0698$ . Die Standardabweichung der Regression beträgt 3,992 (siehe [IVU 2005]).

Nach dieser Formel ist bis zu einem NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwert von 88 µg/m<sup>3</sup> keine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes zu erwarten (s. Abbildung 5.3).



**Abbildung 5.3: Statistischer Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> (Typ Stadt)**

### 5.2.2 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwertes

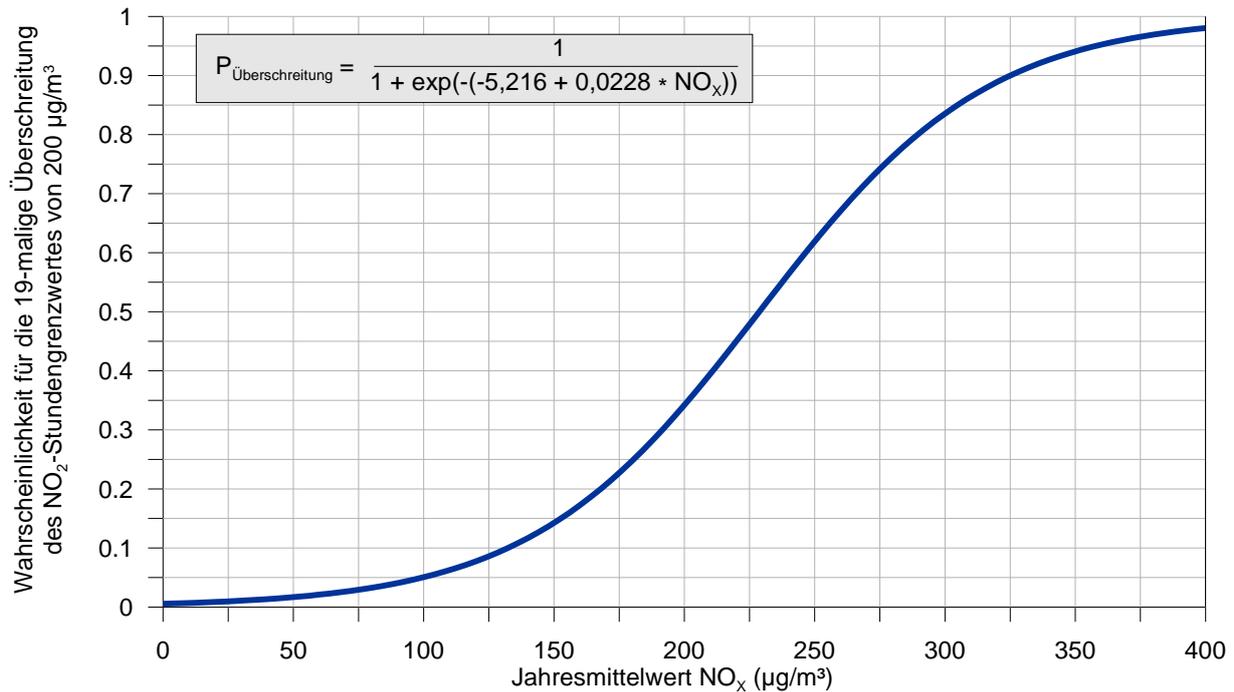
Nach der 39. BImSchV dürfen die NO<sub>2</sub>-Stundenmittelwerte maximal 18-mal in einem Jahr den Wert von 200 µg/m<sup>3</sup> überschreiten. Um zu überprüfen, ob diese Bedingung eingehalten ist, muss das 99,79-Perzentil aller NO<sub>2</sub>-Stundenmittelwerte eines Jahres bestimmt werden.

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 NO<sub>2</sub>-Stundenwert daher ein anderer Ansatz gewählt [IVU 2005]. 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 NO<sub>2</sub>- Grenzwertüberschreitung und dem NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwert (s. Abbildung 5.4).

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



**Abbildung 5.4:** Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO<sub>x</sub>

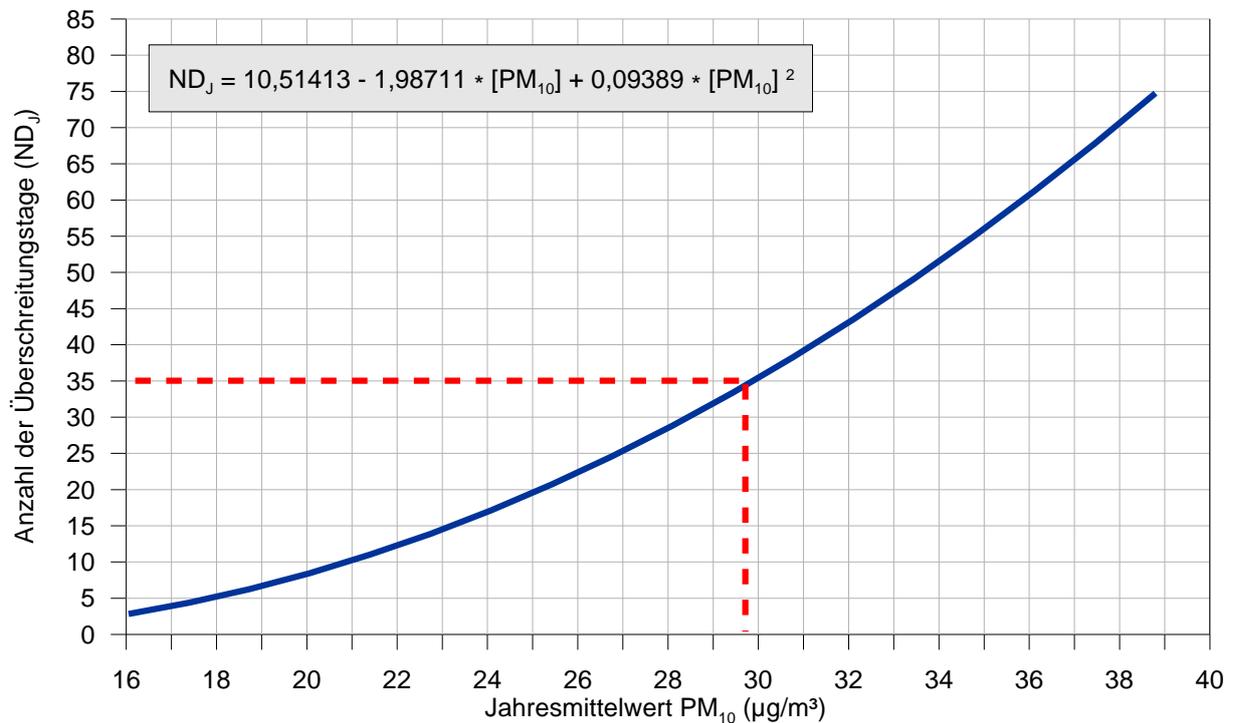
### 5.2.3 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des PM<sub>10</sub>-Tagesgrenzwertes

Nach Untersuchungen der IVU Umwelt GmbH [IVU 2005] existiert eine recht gute Korrelation für den Zusammenhang zwischen dem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert und der Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwert-Grenzwertes.

Eine Abschätzung der jährlichen Überschreitungstage  $ND_{J>50}$  aus dem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert  $[PM_{10}]$  ermöglicht hiernach die folgende Funktion (siehe auch Abbildung 5.5):

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

Bei Anwendung dieser Funktion wird bis zu einem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert von 30 µg/m<sup>3</sup> der Grenzwert von 35 Überschreitungen nicht überschritten.



**Abbildung 5.5: Bestimmung der Anzahl der PM<sub>10</sub>-Überschreitungstage aus dem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert**

Die Auswertung der PM<sub>10</sub>-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 PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub>-Tagesmittel zu überschreiten.

## 6 Ergebnisse

Auf der Grundlage der Ausbreitungsrechnungen wurden die Immissionskenngrößen nach der in Kapitel 5.2 beschriebenen Methodik in einer Höhe von 1,75m ermittelt und grafisch sowie an lufthygienisch repräsentativen Aufpunkten tabellarisch ausgewertet. Schadstoffkonzentrationen werden gemäß der EU-Richtlinie auf ganze Stellen gerundet. Eine Überschreitung wird dann angenommen, wenn dieser gerundete Wert den erlaubten Grenzwert überschreitet.

### 6.1 NO<sub>2</sub>

In der Tabelle 6.2 sind die Immissionskenngrößen für PM<sub>10</sub> an zwölf lufthygienisch stark belasteten Aufpunkten aufgeführt. Die Lage der Aufpunkte kann den Ergebnisgrafiken 6.5 – 6.8 entnommen werden.

**Tabelle 6.1: Prognostizierte NO<sub>2</sub>-Immissionskenngrößen**  
 Grenzwertüberschreitungen sind durch Fettdruck gekennzeichnet

Aufpunkt	Analysefall		Prognosenullfall		Planfall o. Wand		Planfall m. Wand	
	JMW in µg/m <sup>3</sup>	P <sub>19h&gt;200</sub> in %*	JMW in µg/m <sup>3</sup>	P <sub>19h&gt;200</sub> in %*	JMW in µg/m <sup>3</sup>	P <sub>19h&gt;200</sub> in %*	JMW in µg/m <sup>3</sup>	P <sub>19h&gt;200</sub> in %*
P1 Brückstraße 9	<b>50,9</b>	10,5	38,6	3,3	36,6	2,8	36,6	2,8
P2 Brückstraße 12	<b>57,1</b>	20,8	<b>41,7</b>	4,2	35,1	2,5	35,2	2,5
P3 Brückstraße 27	<b>52,1</b>	11,9	38,6	3,3	33,8	2,3	33,7	2,3
P4 Brückstraße 18	<b>59,9</b>	28,8	<b>44,1</b>	5,3	35,9	2,7	35,9	2,7
P5 Brückstraße 26	<b>54,1</b>	14,9	<b>40,7</b>	3,9	34,0	2,3	33,9	2,3
P6 Abteistraße 9	<b>44,5</b>	5,5	35,0	2,5	37,2	3,0	37,3	3,0
P7 Abteistraße 17	<b>43,7</b>	5,1	34,3	2,4	36,9	2,9	37,0	2,9
P8 Abteistraße 18	<b>43,1</b>	4,8	34,1	2,4	37,8	3,1	37,7	3,1
P9 Abteistraße 22	<b>43,1</b>	4,8	34,1	2,4	37,8	3,1	37,9	3,1
P10 Abteistraße 23	<b>55,7</b>	17,9	<b>41,0</b>	4,0	<b>42,8</b>	4,7	<b>44,3</b>	5,4
P11 Bungertstraße 16	<b>47,3</b>	7,2	<b>41,4</b>	4,1	39,0	3,4	39,0	3,4
P12 Brückstraße 89	<b>49,2</b>	8,7	37,8	3,1	34,8	2,5	34,7	2,5

\*) empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwertes

### 6.1.1 Analysefall

Die Tabelle 6.1 sowie die Abbildung 6.3 zeigen die berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen im Analysefall. Es wird deutlich, dass sowohl in der Brückstraße als auch in der Abteistraße der Grenzwert zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert zum Teil deutlich und flächendeckend überschritten wird. Die höchsten Immissionen werden mit bis zu 60 µg/m<sup>3</sup> in der Brückstraße und hier insbesondere an den südlich der Straße angrenzenden Gebäuden prognostiziert. Im Bereich der Passivsammlermessung (Aufpunkt P3) wird ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 52 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Gegenüber den Messergebnissen aus den Jahren 2009 – 2011 (50 µg/m<sup>3</sup>, 48 µg/m<sup>3</sup> und 45 µg/m<sup>3</sup>) überschätzt die Modellberechnung somit die NO<sub>2</sub>-Konzentration.

Ursächlich für die sehr hohen NO<sub>2</sub>-Belastungen in der Brückstraße ist die extrem enge Straßenschluchtgeometrie (Querschnittsdurchmesser von teilweise nur 10m) in Kombination mit einer starken Verkehrsbelastung. Infolge der eingeschränkten Belüftungssituation werden die vom Verkehr freigesetzten Schadstoffe nur langsam aus der Straßenschlucht abtransportiert und reichern sich in der Luft an.

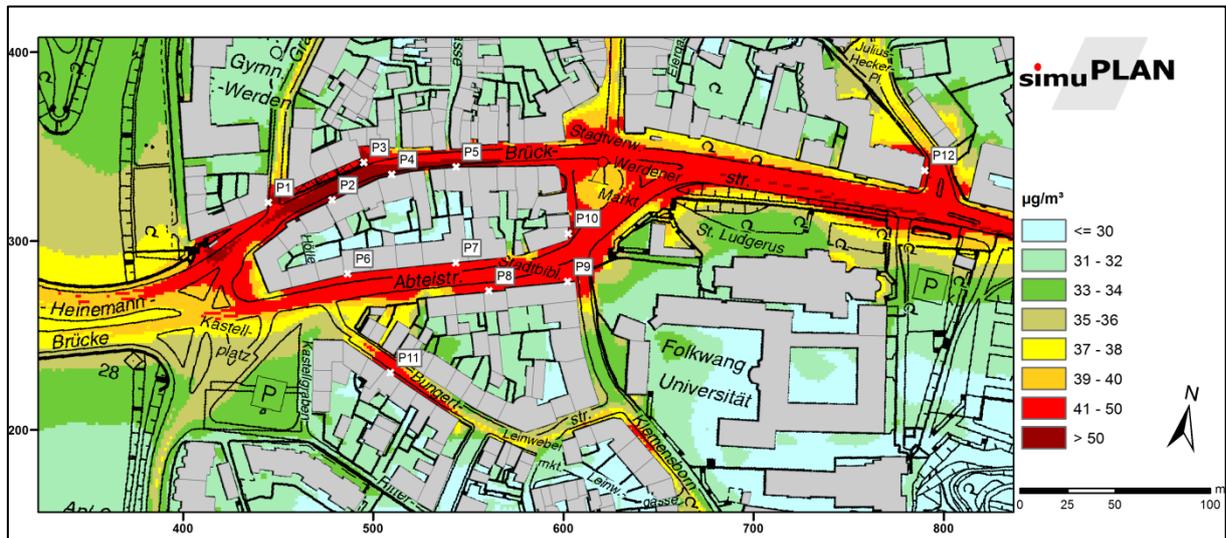
Die Abteistraße weist im östlichen Teil gegenüber der Brückstraße einen deutlich breiteren Straßenraum auf. Zudem werden aufgrund der geringeren Verkehrsbelastung gegenüber der Brückstraße 46% weniger NO<sub>x</sub>-Emissionen emittiert (vgl. Tabelle 4.6). Dementsprechend liegen die berechneten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit 43-44 µg/m<sup>3</sup> deutlich unterhalb der in der Brückstraße berechneten Konzentrationen. Eine Ausnahme hiervon bildet der Aufpunkt P10 am Ausgang der Straßenschlucht im Bereich des Werdener Marktes. Aufgrund von lokalen Verwirbelungen werden hier in einer räumlich eng begrenzten Zone NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von mehr als 50 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert.

Im weiteren Verlauf der Brückstraße östlich des Werdener Marktes entspannt sich die Belastungssituation aufgrund der besseren Durchlüftungssituation deutlich. Entlang der sich nördlich anschließenden Gebäude wird der Grenzwert zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert fast überall eingehalten. Eine Ausnahme hiervon bildet der Aufpunkt P12 im Einmündungsbereich der Straße „Haus Fuhr“. Aufgrund der infolge der Lichtsignalanlage erhöhten Stauanteile sowie der Überlagerung der Immissionen der einmündenden Straße wird auch hier der maximal zulässige NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> mit 49 µg/m<sup>3</sup> deutlich überschritten.

Ein weiterer lokal eng begrenzter Bereich mit Grenzwertüberschreitungen befindet sich in der in Richtung Süden von der Abteistraße abzweigenden Bungertstraße. Trotz der geringen Verkehrsbelastung mit einem DTV-Wert von 3.425 Kfz wird im Analysefall ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von bis zu 47 µg/m<sup>3</sup> ausgewiesen. Negativ wirken sich hier die sehr enge Straßenschluchtgeometrie, die starke Längsneigung mit erhöhten Emissionen sowie das Fahrmuster der Straße (Nebenstraße, Tempolimit 30km/h) aus.

Die Abbildung 6.1 zeigt, dass sich die Grenzwertüberschreitungen des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes weitestgehend auf die Gebäudefassaden, die in Richtung der Brück-, bzw.- der Abteistraße zeigen beschränken. Mit zunehmendem Abstand zu den beiden Straßen nimmt die NO<sub>2</sub>-Konzentration schnell ab. Dies zeigt deutlich den Einfluss der engen Bauungsstruktur in Essen-Werden mit den hieraus resultierenden schlechten

Belüftungsverhältnissen.

**Abbildung 6.1: Jahresmittelwert der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Analysefall**

Neben dem NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> darf auch ein NO<sub>2</sub>-Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup> an nicht mehr als 18 Stunden des Jahres überschritten werden. Die Einhaltung, bzw. Überschreitung dieses Grenzwertes ist mit Modellrechnungen nicht zu bestimmen. Die Tabelle 6.1 weist daher lediglich die Wahrscheinlichkeit eines 19-maligen Überschreitens des NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwertes aus. Aufgrund der hohen jahresmittleren NO<sub>2</sub>-Belastung ist insbesondere an den südlichen Gebäuden der Brückstraße (z.B. Aufpunkt P4) die Überschreitungswahrscheinlichkeit mit fast 30% relativ hoch. Eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwertes kann somit insbesondere in der Brückstraße nicht ausgeschlossen werden.

### 6.1.2 Prognosenullfall

Gegenüber dem Analysefall wird die derzeitige Verkehrsführung im Prognosenullfall beibehalten. Auch die Verkehrsmengen im Untersuchungsgebiet verändern sich nur marginal. Trotzdem sinkt die auf den Straßen des Untersuchungsgebietes freigesetzte NO<sub>x</sub>-Emissionsmenge zum Teil deutlich (vgl. Tabelle 4.6). So ist in der Brückstraße und der Abteistraße bei relativ konstant bleibenden Verkehrsmengen ein Rückgang der NO<sub>x</sub>-Emissionen um ca. 62% zu erwarten. Diese prognostizierte positive Entwicklung ist auf die bis zum Prognosejahr 2020 verlaufende kontinuierliche Modernisierung der Fahrzeugflotte hin zu Fahrzeugen mit verbesserter Abgasreinigung und hieraus resultierenden geringeren Emissionen zurückzuführen. Auch die für das Jahr 2014 geplante Einführung einer Umweltzone, welche nur noch Fahrzeuge mit grüner Plakette befahren dürfen, wirkt sich zusätzlich positiv auf den durchschnittlichen NO<sub>x</sub>-Ausstoß aus.

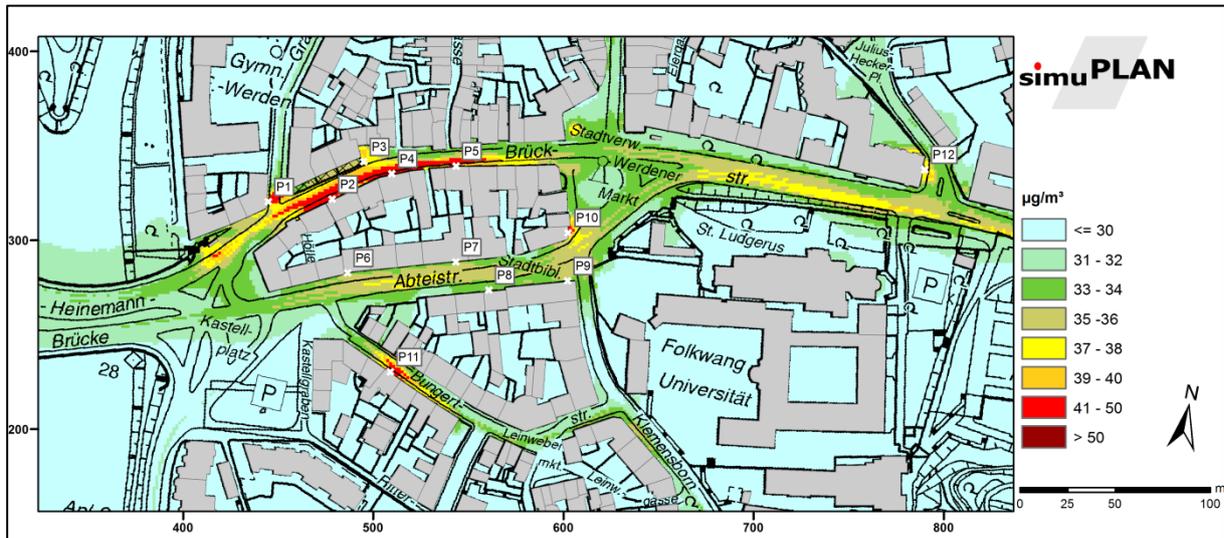
Weiterhin wurde in Analogie zum fortgeschriebenen Luftreinhalteplan Ruhrgebiet – Teilplan West – [BR DÜSSELDORF 2011] davon ausgegangen, dass die NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung bis zum Jahr 2020 durch verschiedenen Luftreinhaltemaßnahmen um 2 µg/m<sup>3</sup> gesenkt werden kann.

Durch diese positiven Entwicklungen wird sich die NO<sub>2</sub>-Belastungssituation im Untersuchungsgebiet auch ohne zusätzliche Maßnahmen deutlich entschärfen (vgl. Tabelle 6.1 und Abbildung 6.2). So ist davon auszugehen, dass in der Abteistraße mit Ausnahme des Gebäudes am Aufpunkt P10 der Grenzwert zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert mit berechneten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen von maximal 35 µg/m<sup>3</sup> überall eingehalten wird. Die NO<sub>2</sub>-Belastung in der Abteistraße wird somit um 8-10 µg/m<sup>3</sup> gegenüber dem Analysejahr 2011 sinken. Ein kleinräumiger Bereich mit Grenzwertüberschreitung wird weiterhin am Aufpunkt P10 am Werdener Markt prognostiziert.

Auch in der Brückstraße wird die NO<sub>2</sub>-Belastung deutlich zurückgehen. Aufgrund der gegenüber der Abteistraße schlechteren Belüftungssituation ist hier an den südlichen Gebädefassaden jedoch weiterhin mit Überschreitungen des Grenzwertes zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert zu rechnen. Der Bereich mit Grenzwertüberschreitungen umfasst hierbei die gesamte südliche Häuserzeile von Hausnummer 10 bis Hausnummer 26. Die maximale Belastung wird am Aufpunkt P4 mit 44 µg/m<sup>3</sup> ausgewiesen. Am Standort des Passivsammlers (Aufpunkt P3) sowie an den nördlich der Straße liegenden Gebäuden kann davon ausgegangen werden, dass der NO<sub>2</sub>-Grenzwert im Jahr 2020 eingehalten wird.

Im besonders engen Teil der Brückstraße zwischen Kastellplatz und Werdener Markt ist bis zum Prognosejahr 2020 von einem Rückgang der NO<sub>2</sub>-Immissionen um etwa 10-15 µg/m<sup>3</sup> auszugehen.

Ebenfalls in der Bungertstraße am Aufpunkt P12 sinkt die NO<sub>2</sub>-Belastung gegenüber dem Analysefall deutlich ab. Allerdings wirkt sich die verbesserte Abgasreinigung der Fahrzeugflotte auf Straßen mit dem Fahrmuster „Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h“ weniger deutlich aus als auf Hauptverkehrsstraßen (vgl. Tabelle 4.6, Querschnitt Q8). Somit wird der NO<sub>2</sub>-Grenzwert mit 41,4 µg/m<sup>3</sup> weiterhin knapp überschritten.



**Abbildung 6.2: Jahresmittelwert der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Prognosenullfall**

Die Wahrscheinlichkeit, dass der NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwert an mehr als 18 Stunden des Jahres überschritten wird, liegt im Prognosenullfall rechnerisch bei maximal 5,3%. Aus den veröffentlichten Messdaten des LANUV [LANUV 2012] ist bekannt, dass bei ähnlichen NO<sub>2</sub>-Gesamtkonzentrationen eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwertes nicht vorkommt. Somit kann die Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwertes im Prognosenullfall im Jahr 2020 mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden.

### 6.1.3 Planfall

Die Tabelle 6.1 sowie die Abbildung 6.3 zeigen die prognostizierten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte im Planfall. Hierbei wurde angenommen, dass die geplante Lärmschutzwand auf dem Werdener Markt nicht realisiert wird. Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen unter Berücksichtigung der geplanten Lärmschutzwand zeigen die Tabelle 6.1 und Abbildung 6.4.

Durch die Realisierung des Verkehrskonzeptes ändern sich die Verkehrsmengen in der Brückstraße und der Abteistraße. Während die Brückstraße deutlich entlastet wird, erhöhen sich die Verkehrsmengen auf der Abteistraße. Hierdurch sinkt der NO<sub>x</sub>-Emissionsausstoß im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall in der Brückstraße um 55%. In der Abteistraße hingegen steigt der NO<sub>x</sub>-Emissionsausstoß um 75%.

Im Vergleich zum Prognosenullfall wird die Brückstraße daher durch die geplanten verkehrlichen Maßnahmen in den Planfällen deutlich entlastet. Die maximalen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen innerhalb der Straßenschlucht werden am Aufpunkt P1 mit 36,6 µg/m<sup>3</sup> ausgewiesen. Überschreitungen des Grenzwertes zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert können daher im gesamten Verlauf der Brückstraße ausgeschlossen werden. Durch die Verminderung der Verkehrsbelastung wird innerhalb der Brückstraße gegenüber der Situation im

Prognosenullfall eine NO<sub>2</sub>-Minderung von bis zu 8 µg/m<sup>3</sup> (Aufpunkt P4) erreicht.

In der Abteistraße erhöht sich aufgrund der höheren Verkehrsbelastung die NO<sub>2</sub>-Belastungssituation gegenüber dem Prognosenullfall. Im Straßenabschnitt zwischen Kastellplatz und Klemensborn wird der Grenzwert zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert jedoch weiterhin eingehalten. Die höchsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in diesem Straßenabschnitt werden mit 37,8 µg/m<sup>3</sup> an den Aufpunkten P7 und P8 prognostiziert.

Ein Bereich mit lokal begrenzten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen oberhalb des Grenzwertes befindet sich im Bereich des Aufpunktes P10 am Werdener Markt. In der Berechnungsvariante ohne Lärmschutzwand wird hier eine NO<sub>2</sub>-Belastung von 42,8 µg/m<sup>3</sup> ausgewiesen, im Falle einer Realisierung der Lärmschutzwand werden sogar 44,3 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert.

Positiv wirkt sich die Änderung der Verkehrsführung auch auf den hoch belasteten Bereich in der Bungertstraße aus. Durch die Änderung der Fahrtrichtung (Autos fahren in der Einbahnstraße bergab, nicht mehr bergauf) sinken die NO<sub>2</sub>-Emissionen trotz konstant bleibender Verkehrsmengen. Dies hat zur Folge, dass in beiden Planvarianten der Grenzwert zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert mit 39 µg/m<sup>3</sup> knapp eingehalten wird.

Beim Vergleich der beiden Planvarianten (Abbildung 6.3 und Abbildung 6.4 sowie Tabelle 6.1) wird deutlich, dass die Errichtung der Lärmschutzwand nur einen räumlich eng begrenzten Einfluss auf die NO<sub>2</sub>-Immissionssituation hat. Dieser beschränkt sich auf die vier Gebäude westlich des Werdener Marktes. Während sich die Belastungssituation an den drei nördlichen Gebäuden infolge der abschirmenden Wirkung der Lärmschutzwand leicht verbessert, reichern sich am südlichsten der vier Gebäude (Aufpunkt P10) die Schadstoffe stärker an.

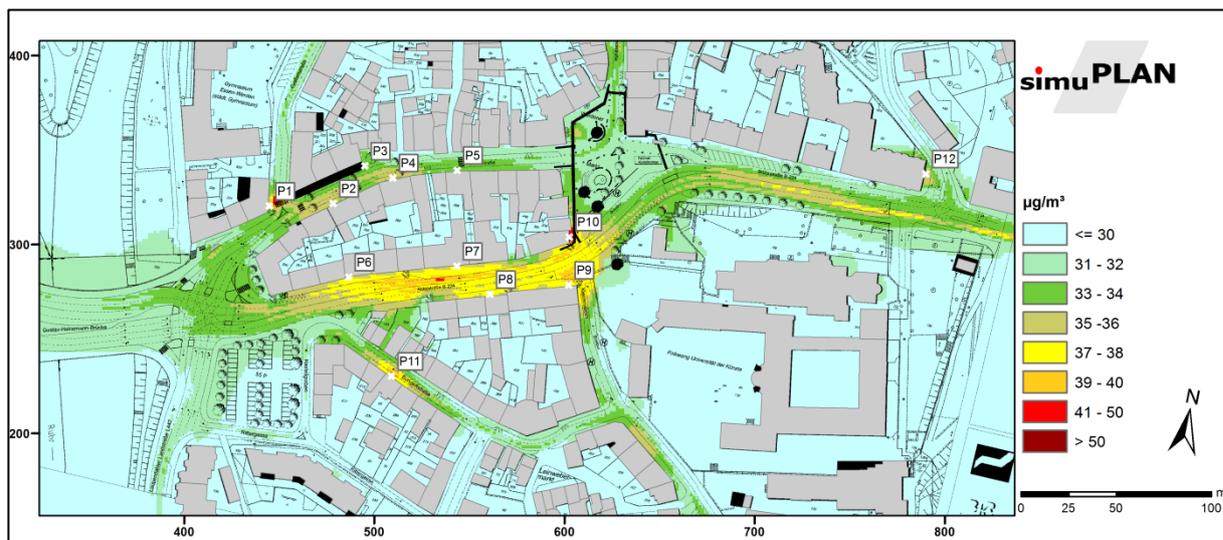


Abbildung 6.3: Jahresmittelwert der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Planfall (ohne Lärmschutzwand) im Bereich des Werdener Marktes)

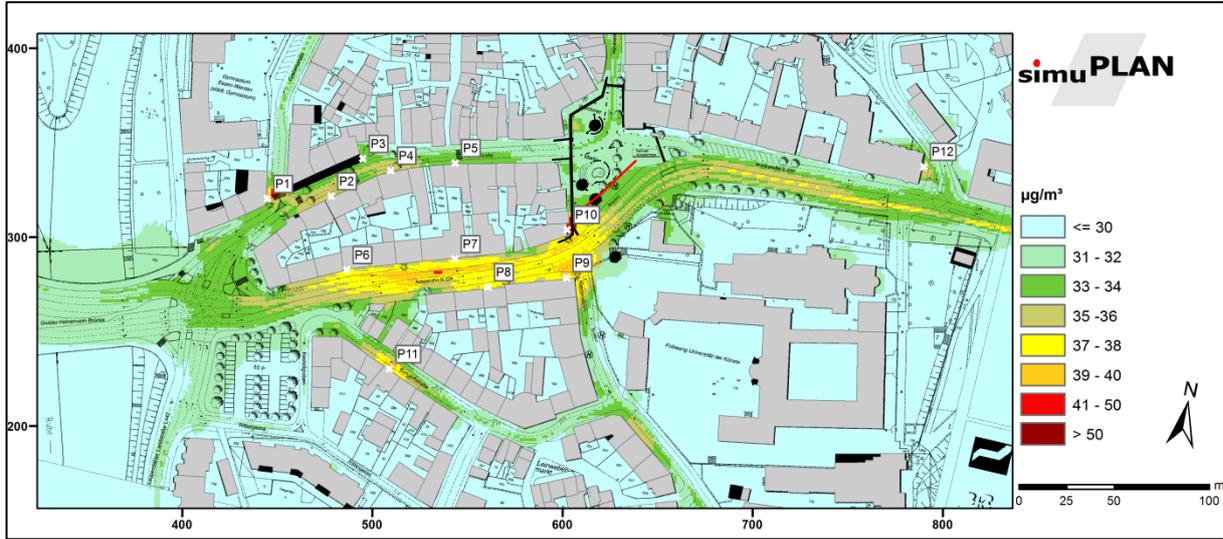


Abbildung 6.4: Jahresmittelwert der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Planfall (mit Lärmschutzwand im Bereich des Werdener Marktes)

## 6.2 PM<sub>10</sub>

In der Tabelle 6.2 sind die Immissionskenngrößen für PM<sub>10</sub> an zwölf lufthygienisch stark belasteten Aufpunkten aufgeführt. Die Lage der Aufpunkte kann den Ergebnisgrafiken 6.5 – 6.8 entnommen werden. Die Ergebnisgrafiken zeigen die Überschreitungshäufigkeit eines PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup>.

**Tabelle 6.2: Prognostizierte PM<sub>10</sub>-Immissionskenngrößen**  
 Grenzwertüberschreitungen sind durch Fettdruck gekennzeichnet

Aufpunkt	Analysefall		Prognosenullfall		Planfall o. Wand		Planfall m. Wand	
	JMW in µg/m <sup>3</sup>	d/a	JMW in µg/m <sup>3</sup>	P <sub>19h&gt;200</sub> in %*	JMW in µg/m <sup>3</sup>	P <sub>19h&gt;200</sub> in %*	JMW in µg/m <sup>3</sup>	P <sub>19h&gt;200</sub> in %*
P1 Brückstraße 9	28,3	29	24,5	18	22,6	14	22,7	14
P2 Brückstraße 12	33,5	<b>49</b>	28,5	30	22,1	13	22,1	13
P3 Brückstraße 27	30,5	<b>37</b>	26,1	23	21,4	11	21,4	11
P4 Brückstraße 18	37,9	<b>70</b>	31,9	<b>43</b>	22,4	13	22,4	13
P5 Brückstraße 26	34,7	<b>55</b>	29,4	33	21,3	11	21,3	11
P6 Abteistraße 9	26,3	23	23,0	15	24,0	17	24,1	17
P7 Abteistraße 17	25,7	21	22,4	13	24,1	17	24,1	17
P8 Abteistraße 18	25,4	21	22,2	13	24,6	18	24,5	18
P9 Abteistraße 22	25,5	21	22,3	13	24,5	18	24,5	18
P10 Abteistraße 23	31,3	<b>40</b>	26,5	24	28,9	31	30,2	<b>36</b>
P11 Bungertstraße 16	25,5	21	23,2	15	22,6	14	22,6	14
P12 Brückstraße 89	28,3	30	24,4	18	22,6	13	22,5	13

### 6.2.1 Analysefall

Die Werte der Tabelle 6.2 zeigen, dass der Grenzwert zum  $PM_{10}$ -Jahresmittelwert ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) an allen Aufpunkten eingehalten wird. Die höchsten Belastungen treten analog zum Schadstoff  $NO_2$  aus den in 6.1.1 dokumentierten Gründen in der Brückstraße auf. Am Aufpunkt P4 wird mit  $37,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die maximale  $PM_{10}$ -Konzentration ausgewiesen.

In der Abteistraße ist die  $PM_{10}$ -Belastung deutlich niedriger. In dem straßenschluchtähnlichen Abschnitt zwischen Bungertstraße und Klemensborn werden an den Gebäudefassaden jahresmittlere  $PM_{10}$ -Konzentrationen zwischen  $25,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $26,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Ähnlich wie beim  $NO_2$  werden am Aufpunkt P10 westlich des Werdener Marktes lokal deutlich erhöhte Schadstoffkonzentrationen berechnet.

Problematischer stellt sich die Situation beim Grenzwert zur Überschreitungshäufigkeit eines  $PM_{10}$ -Tagesmittelwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dar. Aufgrund der hohen jahresmittleren  $PM_{10}$ -Belastung in der Brückstraße wird hier die maximal zulässige Anzahl von 35 Überschreitungstagen zum Teil deutlich überschritten. Der Bereich mit Grenzwertüberschreitungen umfasst die gesamte südseitige Bebauung der Brückstraße zwischen der Einmündung der Grafenstraße und dem Werdener Markt (vgl. Abbildung 6.5). Die maximale Anzahl an Überschreitungstagen wird am Aufpunkt P4 mit 79 Tagen prognostiziert. An der nordseitigen Bebauung der Brückstraße wird der Grenzwert an den meisten Gebäuden eingehalten.

In der Abteistraße ist die  $PM_{10}$ -Belastungssituation weitestgehend unkritisch, hier sind an maximal 23 Tagen  $PM_{10}$ -Tagesmittelwerte von mehr als  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erwarten. Eine Ausnahme bildet der Aufpunkt P10 am Werdener Markt. Hier wird mit 40 Überschreitungstagen der Grenzwert knapp überschritten.

Im gesamten restlichen Untersuchungsgebiet sind den Berechnungen zufolge keine  $PM_{10}$ -Grenzwertüberschreitungen zu erwarten.

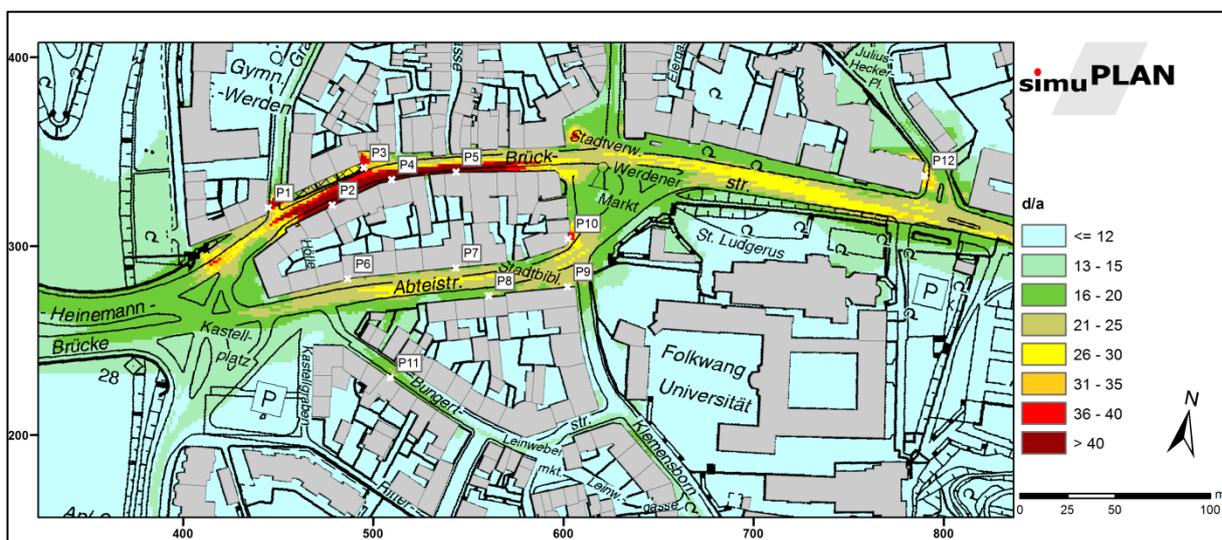


Abbildung 6.5: Anzahl der Tage eines Jahres mit  $PM_{10}$ -Tagesmittelwerten  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Analysefall

### 6.2.2 Prognosenullfall

Im Prognosenullfall sinkt beim  $PM_{10}$  ähnlich wie beim  $NO_2$  der Schadstoffausstoß infolge der verbesserten Abgasreinigung der Kfz-Flotte im Jahr 2020. Der Effekt ist allerdings weniger deutlich, da ein Großteil der  $PM_{10}$ -Emissionen durch Aufwirbeln und Reifen-, bzw. Bremsabrieb hervorgerufen wird. Dieser Anteil bleibt bei gleichen Verkehrsmengen konstant gegenüber dem Analysejahr 2011.

Analog zur Vorgehensweise beim  $NO_2$  wurde in Bezug auf fortgeschriebenen Luftreinhalteplan Ruhrgebiet – Teilplan West – [BR DÜSSELDORF 2012] davon ausgegangen, dass die  $PM_{10}$ -Hintergrundbelastung im Jahr 2020  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  niedriger sein wird als im Analysejahr 2011.

Die Werte der Tabelle 6.2 zeigen, dass auch im Jahr 2020 der Grenzwert zum  $PM_{10}$ -Jahresmittelwert an allen Aufpunkten eingehalten wird. Gegenüber dem Analysefall sinkt die jahresmittlere  $PM_{10}$ -Belastung zum Teil deutlich ab ( $5\text{-}6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in der Brückstraße,  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in der Abteistraße).

Infolge der gesunkenen jahresmittleren  $PM_{10}$ -Belastung nimmt an allen Aufpunkten auch die Anzahl der Tage mit  $PM_{10}$ -Tagesmittelwerten von mehr als  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ab (vgl. Abbildung 6.6). Somit wird nur noch am Aufpunkt P4 in der Brückstraße die maximal zulässige Anzahl an Überschreitungstagen überschritten.

Im gesamten restlichen Untersuchungsgebiet können  $PM_{10}$ -Überschreitungen ausgeschlossen.

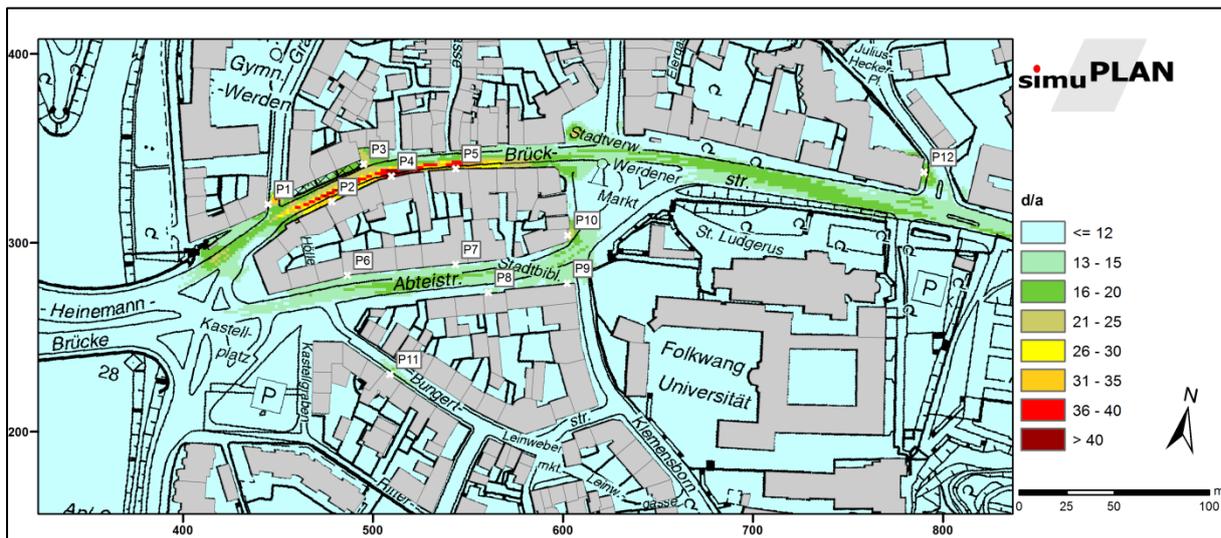


Abbildung 6.6: Anzahl der Tage eines Jahres mit  $PM_{10}$ -Tagesmittelwerten  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Prognosenullfall

### 6.2.3 Planfall

Durch die Realisierung des geplanten Verkehrskonzeptes wird der  $PM_{10}$ -Ausstoß in der Brückstraße gegenüber dem Prognosenullfall abgesenkt werden, in der Abteistraße wird sich der  $PM_{10}$ -Emissionsausstoß erhöhen (vgl. Tabelle 4.6).

Hierdurch sinkt die  $PM_{10}$ -Belastung in der Brückstraße weiter auf etwa  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ab. Dies hat zur Folge, dass auch am Aufpunkt P4 Überschreitungen des Grenzwertes zur Überschreitungshäufigkeit eines  $PM_{10}$ -Tagesmittelwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ausgeschlossen werden können (vgl. Tabelle 6.1 und Abbildung 6.7 und 6.8).

In der Abteistraße zwischen Bungertstraße und Klemensborn steigt die  $PM_{10}$ -Belastung infolge des erhöhten Verkehrsaufkommens gegenüber dem Prognosenullfall um 1 bis  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an. Mit maximal 18 Überschreitungstagen wird die maximal zulässige Anzahl von 35 Überschreitungstagen jedoch weiterhin deutlich unterschritten. Am Aufpunkt P10 am Werdener Markt steigt die Anzahl der Überschreitungstage im Planfall ohne die Realisierung der Lärmschutzwand auf 31 Tage an. Falls die Lärmschutzwand errichtet wird, wird am Aufpunkt P10 die maximal zulässige Anzahl von 35 Überschreitungstagen knapp überschritten.

Mit Ausnahme des Aufpunktes P10 können im Planfall im gesamten Untersuchungsgebiet Überschreitungen der in der 39. BImSchV aufgeführten  $PM_{10}$ -Grenzwerte - unabhängig von der Realisierung der geplanten Lärmschutzwand am Werdener Markt - ausgeschlossen werden.

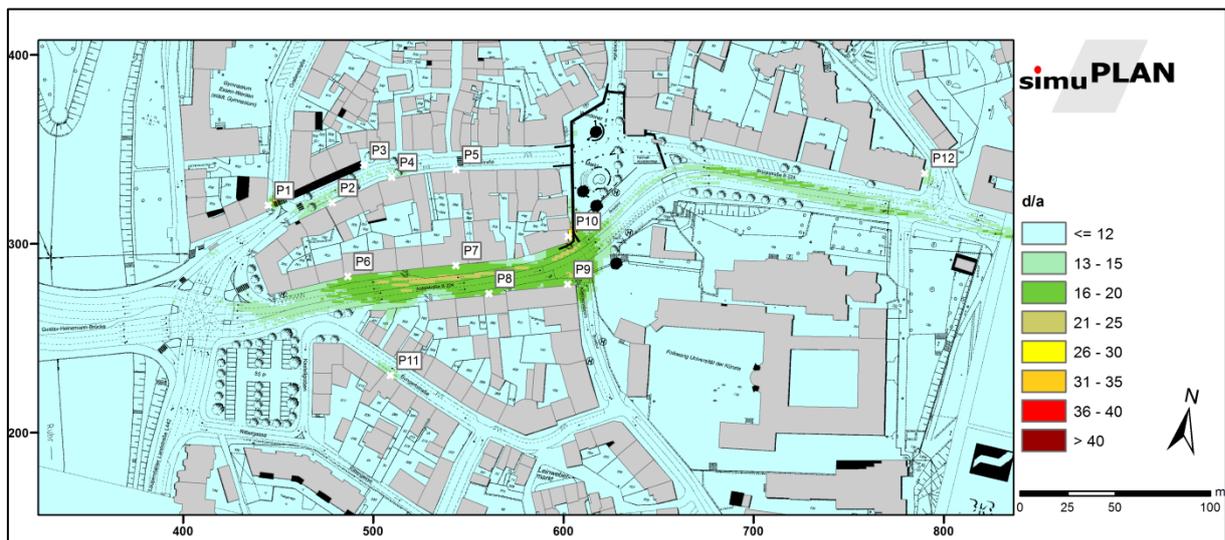


Abbildung 6.7: Anzahl der Tage eines Jahres mit  $PM_{10}$ -Tagesmittelwerten  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Planfall (ohne Lärmschutzwand im Bereich des Werdener Marktes)

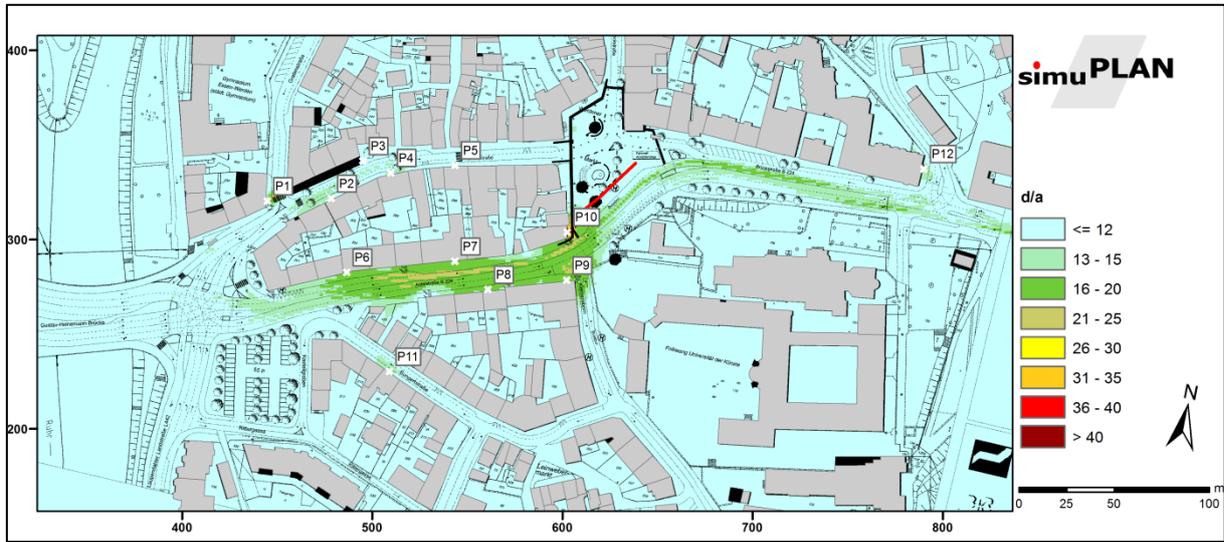


Abbildung 6.8: Anzahl der Tage eines Jahres mit PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten > 50 µg/m<sup>3</sup> im Planfall (mit Lärmschutzwand im Bereich des Werdeners Marktes)

## 7 Zusammenfassung und Bewertung

Der im Ruhrtal gelegene Essener Ortsteil Werden ist mit seiner gewachsenen Struktur ein verkehrliches Nadelöhr, das von Durchgangsverkehren (Velbert <-> Essen-Innenstadt), aber vor allem von Quell- und Zielverkehren in Werden selbst stark belastet wird. Das starke Verkehrsaufkommen sorgt in Kombination mit der verdichteten Bebauungsstruktur für eine hohe Lärm- und Luftschadstoffbelastung der Anwohner. So werden durch eine Stickstoffdioxid-Passivsammlermessung in der Brückstraße seit Jahren deutliche Grenzwertüberschreitungen des in der 39. BImSchV aufgeführten Grenzwertes zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert dokumentiert.

Im Rahmen einer Verkehrsuntersuchung wurden daher Lösungsmöglichkeiten entwickelt, die eine Reduktion und stadtverträgliche Führung des motorisierten Individualverkehrs im Ortskern Werden bewirken. Im Ergebnis wurde eine Netzkonzeption erarbeitet, die im Vergleich zu heute eine veränderte Verkehrsführung beinhaltet.

Die im Rahmen des Gutachtens erarbeitete Vorzugsvariante basiert auf dem Grundgedanken, dass die Brückstraße (B 224) vom Durchgangsverkehr entlastet und der Verkehr der Brückstraße in der Abteistraße gebündelt wird. Hierfür soll die Einbahnstraßenregelung in der Abteistraße aufgehoben werden und für Verkehre in beide Richtungen geöffnet werden. Während die Abteistraße durch die Bündelung des Durchgangsverkehrs verkehrlich stärker belastet wird, werden sowohl die Brückstraße (Abschnitt zwischen Gustav-Heinemann Brücke und Werdener Markt) als auch der Werdener Markt als zentraler Platz in Werden beruhigt und gewinnen an Aufenthaltsqualität. Die Brückstraße bleibt weiterhin einstreifig für den MIV befahrbar, sie wird jedoch verkehrsberuhigt. Die heutige Einbahnstraßenregelung in der Brückstraße wird umgedreht.

Zur Beurteilung der Auswirkung des Verkehrskonzeptes auf die lufthygienische Belastungssituation in Essen-Werden wurde das Ingenieurbüro simuPLAN beauftragt, die Stickstoffdioxid- (NO<sub>2</sub>) und Feinstaubimmissionen (PM<sub>10</sub>) mit Hilfe von Simulationsrechnungen zu bestimmen und anhand der Grenzwerte der 39. BImSchV zu bewerten.

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsrechenmodell MISKAM für vier Varianten (Analysefall, Prognosenufall, Planfall ohne Lärmschutzwand am Werdener Markt, Planfall mit Lärmschutzwand am Werdener Markt) durchgeführt.

Die durch den Straßenverkehr verursachten Emissionen wurden fahrestreifengenau ermittelt. Für die Emissionsberechnung wurden Emissionsfaktoren für das Jahr 2011 (Analysefall) bzw. 2020 (Prognosenufall und Planfall) verwendet.

Auf Grund fehlender Wetterdaten, mit denen die besondere Belüftungssituation in Essen-Werden abgebildet werden könnte, wurden zunächst mithilfe des diagnostischen Windfeld- und Ausbreitungsmodells LASAT Wetterdaten der nahe gelegenen DWD-Station „Wetteramt“ in das Untersuchungsgebiet übertragen. Die an das Untersuchungsgebiet

angepasste meteorologische Zeitreihe wurde als Grundlage für die Ausbreitungsrechnungen verwendet.

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 Hintergrundbelastung für die Luftschadstoffe NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> wurde in Abstimmung mit dem Landesamt für Natur- Umwelt und Verbraucherschutz auf der Grundlage von Modellberechnungen festgelegt. Für das Prognosejahr 2020 wurde angenommen, dass die PM<sub>10</sub>- und NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung aufgrund verschärfter politischer Vorgaben zur Emissionsminderung gegenüber dem Analysejahr 2011 um 2 µg/m<sup>3</sup> gesenkt wird.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen für den Analysefall zeigen, dass in der Brückstraße die Grenzwerte zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert sowie zur Überschreitungshäufigkeit eines PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> zum Teil deutlich überschritten werden. Die Berechnungen stützen somit die Ergebnisse der NO<sub>2</sub>-Passivsammlermessungen in der Brückstraße. Als Hauptursache für die hohen Immissionen in der Brückstraße ist insbesondere die ungünstige Bebauungssituation (enge Straßenschlucht) mit den hieraus resultierenden schlechten Ausbreitungsbedingungen zu nennen.

Auch in der Abteistraße wird der Grenzwert zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert im Analysefall überschritten. Aufgrund des breiteren Straßenquerschnittes fallen die Grenzwertüberschreitungen gegenüber der Brückstraße weniger deutlich aus. Anders als in der Brückstraße werden in der Abteistraße keine flächendeckenden PM<sub>10</sub>-Grenzwertüberschreitungen prognostiziert.

Ein weiterer Bereich mit Grenzwertüberschreitungen für PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> befindet sich in der Bungertstraße. Negativ wirken sich hier die enge Bebauungssituation sowie der aufgrund der Straßenneigung erhöhte Schadstoffausstoß aus.

Im Prognosenußfall entspannt sich die Immissionssituation im gesamten Untersuchungsgebiet trotz gleichbleibender Verkehrsbelastung und Verkehrsführung deutlich. Die positive Entwicklung ist insbesondere auf die Modernisierung der Fahrzeugflotte sowie auf den prognostizierten Rückgang der Hintergrundbelastung zurückzuführen. Trotzdem wird der Grenzwert zum NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert an der südseitigen Bebauung der Brückstraße, einem kurzen Abschnitt der Bungertstraße sowie einem Gebäude am Werdener Markt weiterhin überschritten. Für PM<sub>10</sub> wird lediglich am Aufpunkt 4 eine Überschreitung des Grenzwertes zur Überschreitungshäufigkeit eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> ausgewiesen.

Durch die Realisierung des Verkehrskonzeptes ändern sich die Verkehrsmengen in der Brückstraße und der Abteistraße. Während die Brückstraße deutlich entlastet wird, erhöhen sich die Verkehrsmengen auf der Abteistraße. Hierdurch sinkt der NO<sub>x</sub>-Emissionsausstoß im Planfall gegenüber dem Prognosenußfall in der Brückstraße um 55%. In der Abteistraße hingegen steigt der NO<sub>x</sub>-Emissionsausstoß um 75%.

Durch diese Entwicklung verbessert sich im Planfall die Immissionssituation in der

Brückstraße gegenüber dem Prognosenullfall deutlich, so dass sowohl für NO<sub>2</sub> als auch für PM<sub>10</sub> keine Grenzwertüberschreitungen mehr ausgewiesen werden. In der Abteistraße verschlechtert sich die Luftqualität aufgrund des gegenüber dem Prognosenullfall gestiegenen Verkehrsaufkommens. Mit Ausnahme eines Gebäudes am Werdener Markt werden jedoch auch nach der Realisierung des geplanten Verkehrskonzeptes die in der 39. BImSchV genannten Grenzwerte für PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> eingehalten werden.

Eine weitere Möglichkeit für eine zusätzliche Verbesserung der Luftqualität kann die Abschaltung der Lichtsignalanlage Klemensborn / Abteistrasse in den Nachtstunden oder eine Sperrung für LKW zu bestimmten Tages- und Nachtzeiten sein. Diese Maßnahmen wären im Rahmen der Umsetzung auf ihre Machbarkeit zu prüfen

Positiv wirkt sich die Änderung der Verkehrsführung auch auf den hoch belasteten Bereich in der Bungertstraße aus. Durch die Änderung der Fahrtrichtung (Autos fahren in der Einbahnstraße bergab, nicht mehr bergauf) sinken die NO<sub>2</sub>-und PM<sub>10</sub>-Emissionen trotz konstant bleibender Verkehrsmengen. Dies hat zur Folge, dass in beiden Planvarianten die Grenzwerte der 39. BImSchV eingehalten werden.

Die Errichtung der Lärmschutzwand auf dem Werdener Markt hat nur einen räumlich eng begrenzten Einfluss auf die Immissionssituation. Dieser beschränkt sich auf die vier Gebäude westlich des Werdener Marktes. Während sich die Belastungssituation an den drei nördlichen Gebäuden infolge der abschirmenden Wirkung der Lärmschutzwand leicht verbessert, reichern sich am südlichsten der vier Gebäude die Schadstoffe stärker an.

Da sich durch die Realisierung des Verkehrskonzeptes die Luftqualität in der Brückstraße stark verbessern wird, gleichzeitig in der Abteistraße mit Ausnahme eines Gebäudes am Werdener Markt keine Grenzwertüberschreitungen zu erwarten sind, ist die Realisierung des geplanten Verkehrskonzeptes für Essen-Werden aus lufthygienischer Sicht zu begrüßen. Ein kleiner Bereich mit Grenzwertüberschreitungen befindet sich an den westlich des Werdener Markt angrenzenden Gebäuden. Da sich durch den Bau der geplanten Lärmschutzwand die Belastungssituation an dem besonders stark belasteten Gebäude weiter verschärft, sollte unter lufthygienischen Gesichtspunkten auf die Realisierung der Lärmschutzwand verzichtet werden.

## 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 25.01.2010, BGBl. I S. 1065.

[BMU 2010]

Görgen, R.: Aktivitäten der Bundesregierung zur Minderung der NO<sub>2</sub>-Belastung. – Vortrag zur Fachtagung „Herausforderung NO<sub>2</sub>-Immissionen Gesetzgebung, Luftbelastung, Lösungen“, Heidelberg, März 2010.

[BR DÜSSELDORF 2011]

Bezirksregierung Düsseldorf: Luftreinhalteplan Ruhrgebiet. Teilplan West. Düsseldorf, Oktober 2011

[CORINAIR]

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

[DÜRING, LOHMEYER 2004]

Düring, I., Lohmeyer, A.: Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen, Kommission Reinhaltung der Luft - Schriftenreihe 33, 2004.

[DWD 2012]

Internetseite des DWD: <http://www.dwd.de/TRY>. Zugriff am 31.10.2012

[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. 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 2010]

Keller, M.: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, 2010.

[IVU 2005]

Diegmann, V.: IMMIS Luft - Handbuch zur Version 3.2, Juli 2005.

[JANICKE 2009]

Janicke Consultings: Dispersion Model LASAT. Version 3.1. Reference Book. Überlingen, 2009.

[LANUV 2012]

Internetseite des LANUV: [http://www.lanuv.nrw.de/luft/immissionen/ber\\_trend/kenn.htm](http://www.lanuv.nrw.de/luft/immissionen/ber_trend/kenn.htm).  
Zugriff am 05.11.2012

[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.

[VDI 3782]

VDI 3782, Blatt 1: Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Gauß'sches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionsgrößen. Kommission Reinhaltung der Luft. August, 2009.