

Behauungsplan „Kölner Straße / Stooter Straße – I 25“
in Mülheim an der Ruhr

Lufthygienisches Fachgutachten

Auftraggeber: Stadt Mülheim an der Ruhr
Amt für Stadtplanung, Bauaufsicht und Stadtentwicklung
Hans-Böckler-Platz 5
45466 Mülheim an der Ruhr

Auftrags-Nr.: 2027-I

Datum: 11.12.2019

Bearbeiter:

M.Sc. Geogr. Jessica Lehmkuhler

Dipl.-Met. Georg Ludes

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	3
1 Planung und Aufgabenstellung	4
2 Bewertungsmaßstab.....	6
3 Eingangsdaten.....	7
3.1 Emissionen	7
3.1.1 Eingangsdaten für die Emissionsberechnung.....	7
3.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Eingangsdaten	9
3.1.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung	10
3.2 Meteorologische Eingangsdaten	11
3.3 Hintergrundbelastung.....	12
4 Immissionsprognose.....	13
4.1 Rechenmodell.....	13
4.2 Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngrößen	13
4.2.1 Modellierung von NO ₂ im Straßenraum	13
4.2.2 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des NO ₂ -Stundengrenzwertes	14
4.2.3 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des PM10-Tagesgrenzwertes	15
5 Ergebnisse	17
6 Zusammenfassung	22
7 Literaturverzeichnis.....	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Grenzwerte der verkehrsrelevanten Schadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach [39. BImSchV 2010]	6
Tabelle 3.1: Anteile des Verkehrs mit Fahrweiten kleiner als 5 km am DTV [VDI 2003]	8
Tabelle 3.2: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung für das Referenzszenario 2030	9
Tabelle 3.3: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung für das Prognoseszenario 2030	9
Tabelle 3.4: Ergebnisse der Emissionsberechnung	10
Tabelle 3.5: Werte der Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet	12
Tabelle 5.1: Prognostizierte NO ₂ -, PM ₁₀ und PM _{2,5} - Immissionskenngrößen	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Bebauungsplan „Kölner Straße / Stooter Straße – I 25“	4
Abbildung 1.2: Übersichtsplan mit Abgrenzung des Rechengebiets	5
Abbildung 3.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1	7
Abbildung 3.2: Lage der Querschnitte	9
Abbildung 3.3: Windrichtungsverteilung der Messstation Essen-Bredeney	11
Abbildung 4.1: Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO ₂ -Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO _x	15
Abbildung 4.2: Bestimmung der Anzahl der PM ₁₀ -Überschreitungstage aus dem PM ₁₀ -Jahresmittelwert	16
Abbildung 5.1: Lage der Immissionsaufpunkte	17
Abbildung 5.2: Jahresmittel der NO ₂ -Immissionen	19
Abbildung 5.3: Anzahl der Tage mit Tagesmittelwerten > 50 µg/m ³	20

1 Planung und Aufgabenstellung

Die Stadt Mülheim an der Ruhr stellt derzeit den Bebauungsplan „Kölner Straße / Stooter Straße – I 25“ auf, um die planungsrechtlichen Voraussetzungen für ein neues Wohngebiet im Ortsteil Selbeck zu schaffen. Das ca. 6,1 ha große Plangebiet wird nach Westen von der Kölner Straße, nach Norden von der Stooter Straße und dem Hantenweg, nach Osten durch den Bachlauf des Wirtzbaches und nach Süden durch die Grundstücksgrenze des Gärtnereibetriebs Rumbaum begrenzt (vgl. Abbildung 1.1).

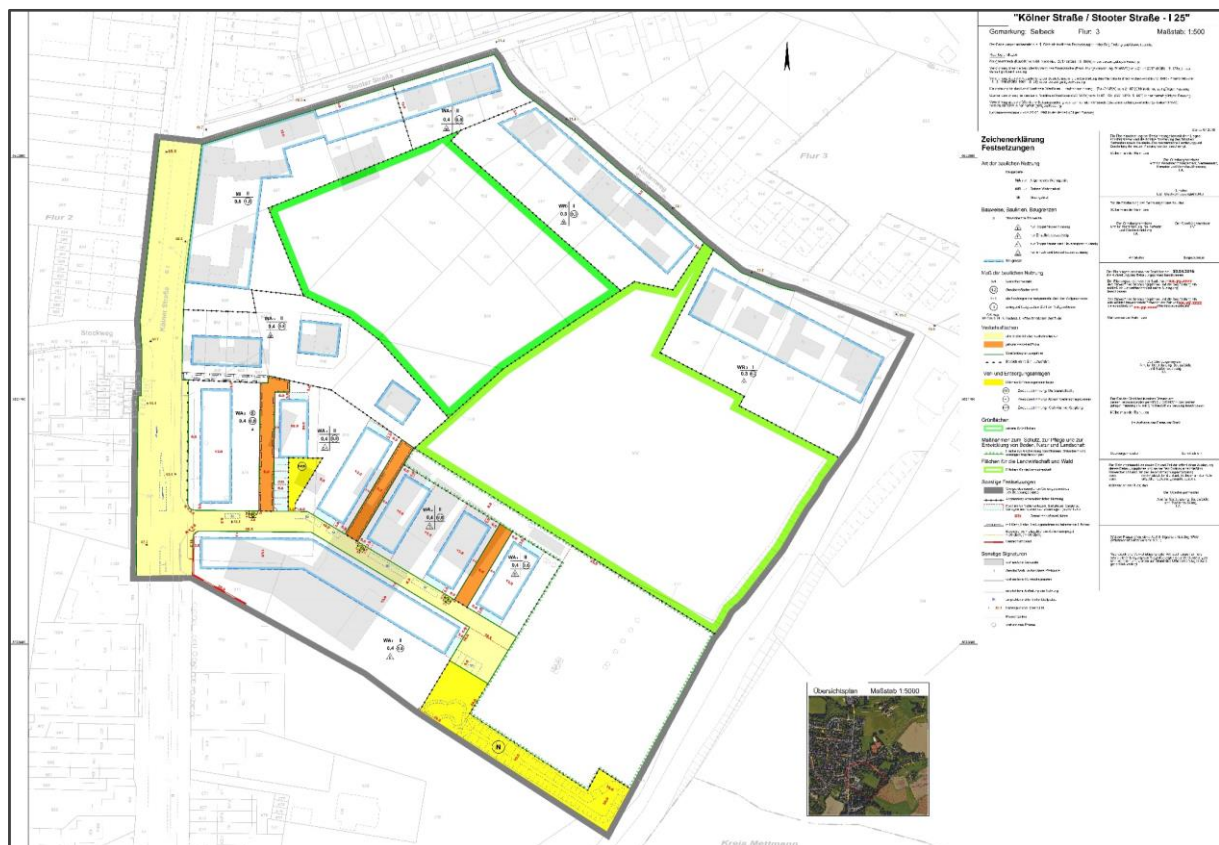


Abbildung 1.1: Bebauungsplan „Kölner Straße / Stooter Straße – I 25“

Im Rahmen der Umweltprüfung für den Bebauungsplan wurde das Ingenieurbüro simuPLAN mit der Erstellung eines lufthygienischen Fachgutachtens beauftragt.

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

Um eine Abschätzung möglicher Auswirkungen der vorliegenden Planung zu ermöglichen, wurden die Ausbreitungsrechnungen für ein „Referenzszenario 2030“ und ein „Prognoseszenario 2030“ durchgeführt. Im Referenzszenario wird die Situation dargestellt, die im Prognosejahr 2030 unter Zugrundelegen der aktuellen Situation erwartet wird. Das Prognoseszenario stellt demgegenüber die Situation dar, die im Prognosejahr 2030 unter Berücksichtigung der dargestellten Änderungen im Plangebiet erwartet wird.

Die Ausbreitungsrechnungen erfolgten mit dem mikroskaligen Rechenmodell MISKAM für die Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid- (NO_2) und Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$). Hierbei werden die Auswirkungen von Gebäuden und aktiven Lärmschutzmaßnahmen (Wälle, Wände) auf die Ausbreitung der durch den Straßenverkehr emittierten Schadstoffe realitätsnah berücksichtigt. Bei der nachfolgenden Ermittlung der Gesamtbelastung (Immissionskenngrößen gemäß 39. BImSchV) wird die Vorbelastung integriert. Als Bewertungsmaßstab werden die Grenzwerte der 39. BImSchV herangezogen.

In unmittelbarer Nähe zum Plangebiet befindet sich vor dem Haus Kölner Straße Nr. 387 die Messstelle „MHKS“ der Landesanstalt für Natur, Umwelt- und Verbraucherschutz (LANUV). Hier ergaben die Auswertungen von Passivsammelmessproben in den Jahren 2012 bis 2014 Überschreitungen des NO_2 -Jahresmittelgrenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Rahmen der Luftreinhalteplanung wurde daher in diesem Abschnitt der Kölner Straße die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h begrenzt. Seitdem ist ein stetiger Rückgang der NO_2 -Jahresmittelwerte zu verzeichnen. Aus lufthygienischen Gründen kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass die Geschwindigkeitsbegrenzung langfristig wieder aufgehoben wird. Bei den Emissionsberechnungen wurde daher zu „sicheren Seite hin“ ein Tempolimit von 50 km/h angenommen.

Die Abgrenzungen des Rechengebiets sind auf der Abbildung 1.2 dargestellt.

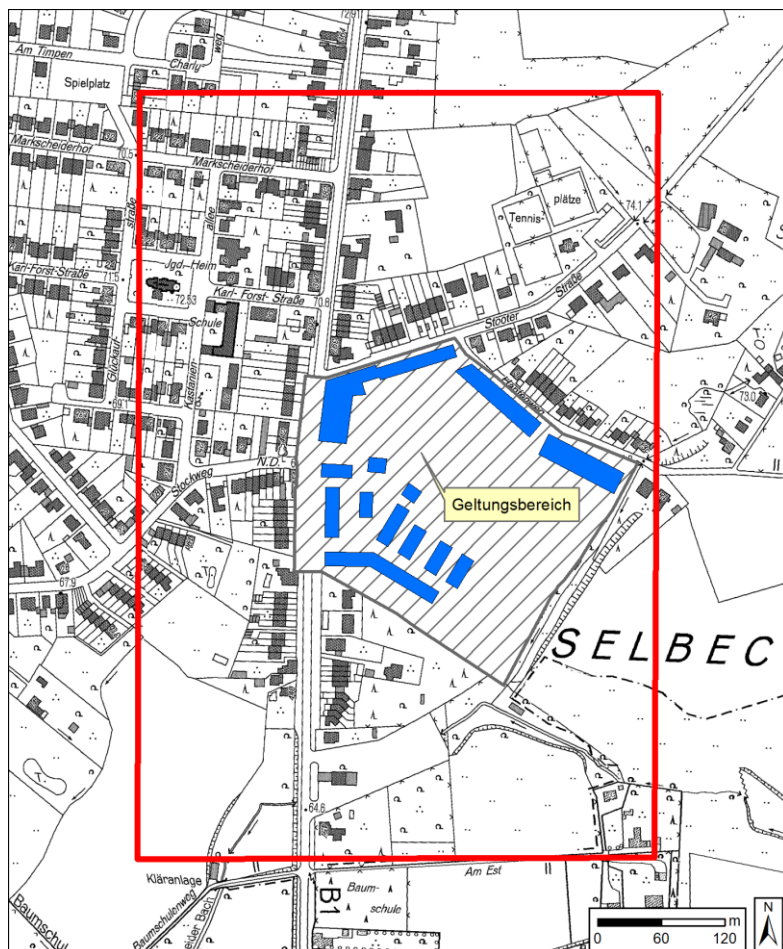


Abbildung 1.2: Übersichtsplan mit Abgrenzung des Rechengebiets

2 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 2.1).

Tabelle 2.1: 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.

Ab 2020 wird der Grenzwert für den PM_{2,5}-Jahresmittelwert auf 20 µg/m³ abgesenkt.

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.

3 Eingangsdaten

3.1 Emissionen

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

Mit Hilfe des Handbuchs können Emissionsfaktoren zahlreicher Luftschadstoffe und Klimagase in der Maßeinheit „g/km“ abgerufen werden, wie z.B. Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Partikelmasse und Kohlendioxid. Die Daten des Handbuchs sind nach zahlreichen Parametern, wie Antriebsart (Otto-, Dieselfahrzeug), Fahrzeugkategorie (Pkw, Lkw, Bus, etc.), Fahrzeugkonzept (Euro-Normen), Fahrzeugschicht (jeweilige Hubraum- bzw. Gewichtsklasse), Straßenkategorie (innerorts, außerorts, Autobahn), der dazugehörigen Verkehrssituation sowie möglichen Abgasminderungstechniken, gegliedert. Bei Feinstäuben (PM_{2,5} und PM₁₀) sind neben den Emissionen, die über das Abgas freigesetzt werden, auch die Emissionen zu berücksichtigen, die durch das Aufwirbeln von Teilchen aus Reifen- und Straßenabrieb, Kupplungs- und Bremsverschleiß u. a. entstehen. Hierfür sind in HBEFA 4.1 erstmals gesonderte Emissionsfaktoren enthalten.

3.1.1 Eingangsdaten für die Emissionsberechnung

3.1.1.1 Verkehrszahlen

Für die Ermittlung der Schadstoffemissionen werden Verkehrszahlen in Form von DTV-Werten (mittlere tägliche Verkehrsbelastung) und Anteilen schwerer Nutzfahrzeuge > 3,5 t (sNfz) benötigt. Entsprechende Angaben wurden der Verkehrsuntersuchung [Mülheim 2017] entnommen, die uns vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurde.

3.1.1.2 Verkehrssituation und Störungsgrad

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

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

Zugeordneter Flottenmix-Typ:

= Autobahn

= Land

= Agglo

Schliessen

Abbildung 3.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1

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

3.1.1.3 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 3.1 aufgeführten Werte und einer für das Untersuchungsgebiet repräsentativen einjährigen Temperaturzeitreihe (TRY-Wetterdatensatz des Deutschen Wetterdienstes der Klimaregion 5).

Tabelle 3.1: 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 Neben- straße	> 10 Stadt- rand	5 - 10 Stadt- rand	< 5 Stadt- rand	Ausfahrt Parken
0-1 km	0%	0%	6%	12%	20%	50%	40%	3%	6%	22%	100%
1-2 km	0%	0%	10%	18%	10%	10%	12%	4%	12%	10%	0%
2-3 km	0%	0%	16%	12%	15%	9%	15%	3%	5%	5%	0%
3-4 km	0%	0%	18%	9%	10%	9%	8%	20%	15%	5%	0%
4-5 km	0%	0%	15%	9%	8%	9%	8%	10%	10%	5%	0%
>5 km	100%	100%	35%	40%	37%	33%	17%	60%	52%	53%	0%

3.1.1.4 Längsneigung

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

3.1.1.5 Flottenzusammensetzung

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

3.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Eingangsdaten

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

Die räumliche Zuordnung der Straßenquerschnitte veranschaulicht die Abbildung 3.2.

Tabelle 3.2: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung für das Referenzszenario 2030

Querschnitt	Verkehrsmengen			Gang Nr. (s. Tabelle 3.1)	Verkehrssituation nach HBEFA [INFRAS 2017]
	DTV [Kfz/Tag]	Infz [%]	sNfz [%]		
Q1 – Kölner Straße	19.038	4,4	2,9	8	Agglo/Fernstraße/50

Tabelle 3.3: Eingangsdaten für die Emissionsberechnung für das Prognoseszenario 2030

Querschnitt	Verkehrsmengen			Gang Nr. (s. Tabelle 3.1)	Verkehrssituation nach HBEFA [INFRAS 2017]
	DTV [Kfz/Tag]	Infz [%]	sNfz [%]		
Q1 – Kölner Straße	19.148	4,4	2,9	8	Agglo/Fernstraße/50
Q2 – Planstraße	222	0,0	4,5	7	Agglo/Erschließung/30



Abbildung 3.2: Lage der Querschnitte

3.1.3 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 -, NO_2 -, PM_{10} - und $\text{PM}_{2,5}$ -Emissionen für das Bezugsjahr 2030 bestimmt. In der Tabelle 3.4 sind die berechneten Emissionsraten zusammengestellt.

Tabelle 3.4: Ergebnisse der Emissionsberechnung

Referenzszenario 2030				
Straßenquerschnitt	NO_x [g/(h·km)]	NO_2 [g/(h·km)]	PM_{10} [g/(h·km)]	$\text{PM}_{2,5}$ [g/(h·km)]
Q1 – Kölner Straße	127,1	35,9	29,6	13,8
Prognoseszenario 2030				
Straßenquerschnitt	NO_x [g/(h·km)]	NO_2 [g/(h·km)]	PM_{10} [g/(h·km)]	$\text{PM}_{2,5}$ [g/(h·km)]
Q1 – Kölner Straße	128,0	36,2	29,8	13,9
Q2 – Planstraße	2,2	0,60	0,37	0,18

3.2 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 wurde eine meteorologische Zeitreihe der nahegelegenen Wetterstation Essen-Bredeney, die vom Deutschen Wetterdienst betrieben wird. Die Daten stammen aus dem Jahr 2016 bis 2018 und repräsentieren sehr gut die langjährigen Windverhältnisse im Untersuchungsraum.

Abbildung 3.3 stellt die Windrichtungsverteilung an der Station dar. Die Abbildung belegt, dass der Überdachwind im Untersuchungsgebiet häufig aus südwestlichen Richtungen weht. Sekundäre Maxima treten bei südlichen und nordöstlichen Anströmungsrichtungen auf.

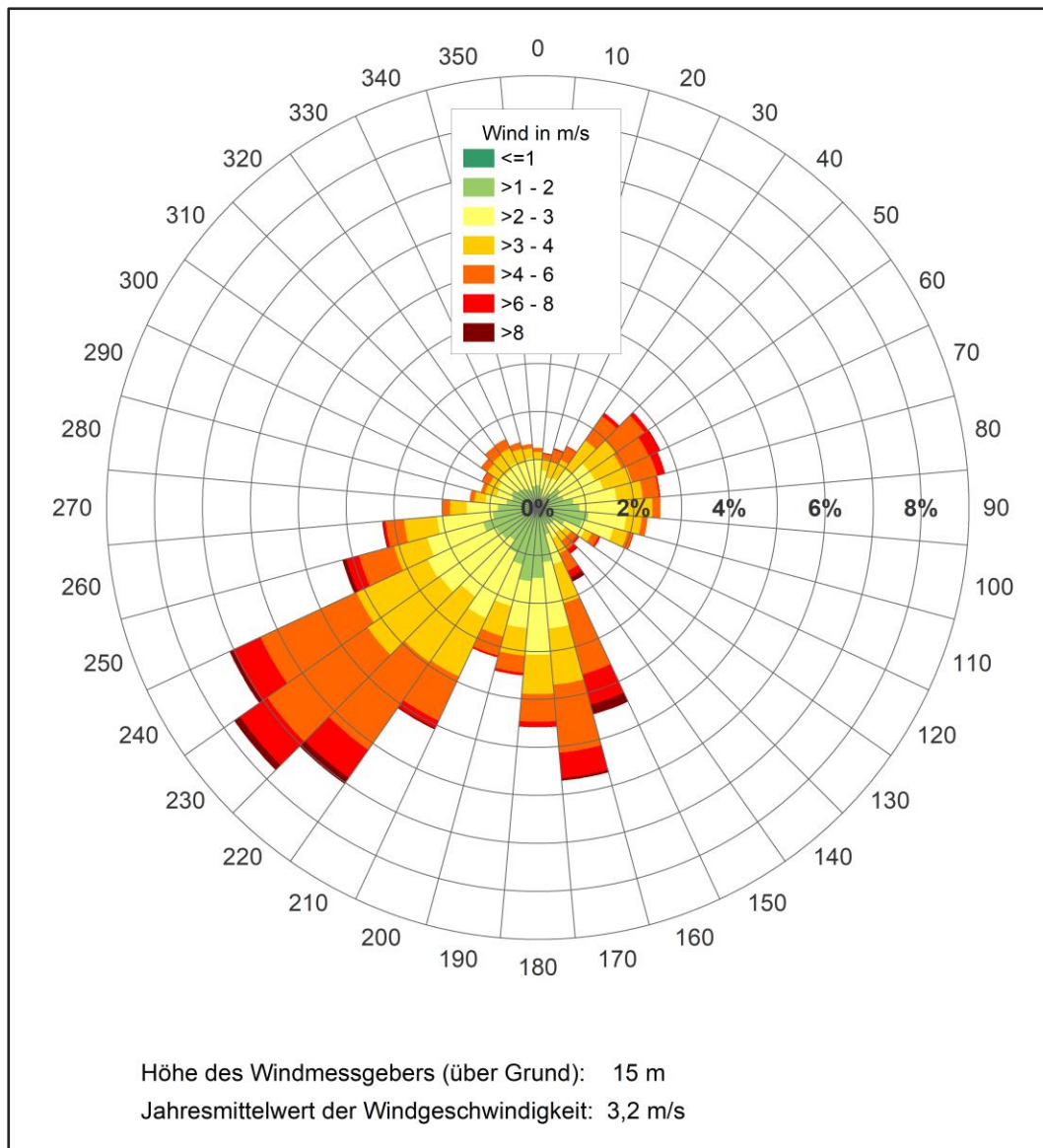


Abbildung 3.3: Windrichtungsverteilung der Messstation Essen-Bredeney

3.3 Hintergrundbelastung

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

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.

Die Bestimmung der Werte für die Hintergrundbelastung erfolgte auf der Grundlage von Messwerten der Station Mülheim-Styrum, die dort von der Landesanstalt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz in den Jahren 2015 bis 2018 ermittelt wurden (vgl. Tabelle 3.7).

Tabelle 3.5: Werte der Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet

NO ₂ -JMW [µg/m ³]	PM ₁₀ -JMW [µg/m ³]	PM _{2,5} -JMW [µg/m ³]	NO-JMW [µg/m ³]	Ozon-JMW [µg/m ³]
26	19	14	10	39

Aufgrund verschärfte politischer Vorgaben zur Emissionsminderung ist in den nächsten Jahren von weiter zurückgehenden Hintergrundbelastungswerten auszugehen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurde auf eine Reduktion der Hintergrundbelastung für das Bezugsjahr der Prognose (2030) verzichtet.

4 Immissionsprognose

4.1 Rechenmodell

Die Berechnung der Luftschadstoff-Immissionen erfolgte mit der aktuellen Version des Rechenmodells MISKAM [EICHORN 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.

4.2 Methodik zur Bestimmung der Immissionskenngrößen

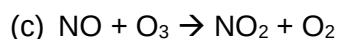
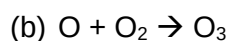
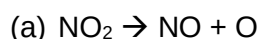
Die Jahresmittelwerte für PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ und NO_x werden auf der Basis von 36 Einzelsimulationen mit der mittleren stündlichen Emissionsstärke berechnet. Hierbei werden 36 Windrichtungen (10° Sektoren) bei einer neutral geschichteten Atmosphäre untersucht. Für jede Windrichtung wird zunächst das Wind- und Turbulenzfeld prognostiziert. Diese meteorologischen Felder gehen in die daran anschließende Simulation der Schadstoffausbreitung ein.

Die Jahreskenngrößen werden nach Abschluss der Rechnungen mit einem speziellen 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.

4.2.1 Modellierung von NO₂ im Straßenraum

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.

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



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

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

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

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

mit

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.2.2 Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundengrenzwertes

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

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

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

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

an, so erhält man eine statistische Beziehung zwischen der Wahrscheinlichkeit einer mindestens 19-maligen NO₂- Grenzwertüberschreitung und dem NO_x-Jahresmittelwert (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.1**).

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

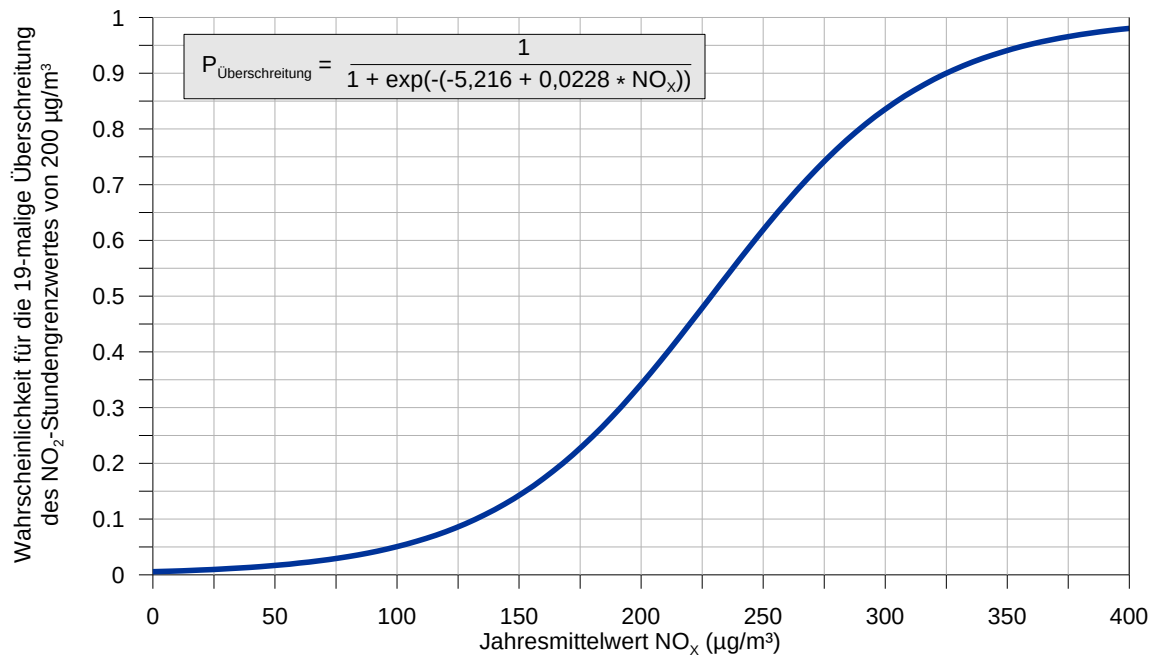


Abbildung 4.1: Empirische Wahrscheinlichkeit der mindestens 19-maligen Überschreitung des NO₂-Stundengrenzwertes als Funktion des Jahresmittelwertes von NO_x

Abbildung 3.1:

4.2.3 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 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.3**):

$$ND_J > 50 = 10,51413 - 1,98711 \cdot [PM_{10}] + 0,09389 \cdot [PM_{10}]^2 \quad (8)$$

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

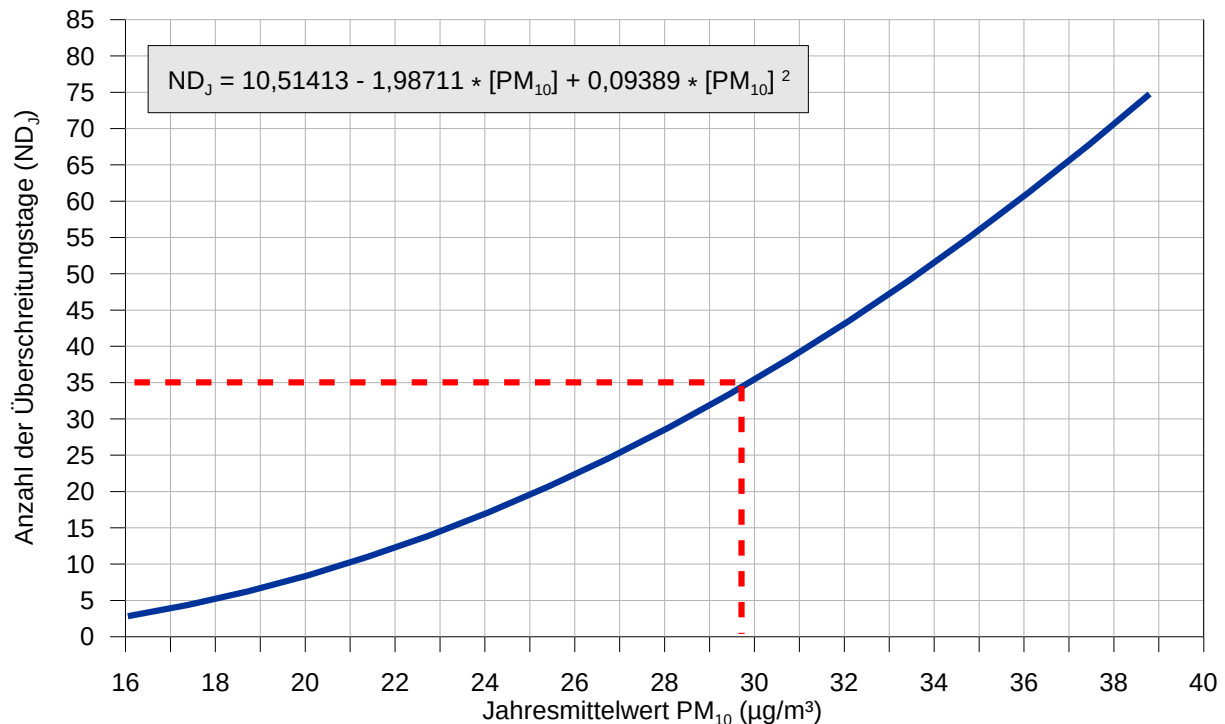


Abbildung 4.2: Bestimmung der Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage aus dem PM₁₀-Jahresmittelwert

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.

5 Ergebnisse

Auf der Grundlage der Ausbreitungsrechnungen wurden die Immissionskenngrößen nach der in Kapitel 4.2 beschriebenen Methodik ermittelt und tabellarisch für repräsentative Aufpunkte ausgewertet.

Die Lage der Aufpunkte ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.



Abbildung 5.1: Lage der Immissionsaufpunkte

Tabelle 5.1: Prognostizierte NO₂-, PM₁₀ und PM_{2,5} - Immissionskenngrößen

Referenzszenario 2030					
Aufpunkt	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}
	Jahresmittel [µg/m ³]	P _{19h>200} in %*	Jahresmittel [µg/m ³]	Tagesmittel > 50 µg/m ³	Jahresmittel [µg/m ³]
P1	35,8	2,4	24,9	19,3	16,8
P2	34,1	2,1	23,9	16,7	16,3
P3	32,8	2,0	22,9	14,2	15,8
P4	31,3	1,8	22,1	12,5	15,5
P5	—	—	—	—	—

Prognoseszenario 2030					
Aufpunkt	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}
	Jahresmittel [µg/m ³]	P _{19h>200} in %*	Jahresmittel [µg/m ³]	Tagesmittel > 50 µg/m ³	Jahresmittel [µg/m ³]
P1	36,2	2,4	25,2	20,1	16,9
P2	34,6	2,2	24,2	17,5	16,4
P3	33,8	2,1	23,4	15,6	16,1
P4	32,6	2,0	22,9	14,1	15,8
P5	28,8	1,6	20,6	9,3	14,7

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

Die Ergebnisabbildungen 5.2 und 5.3 ermöglichen einen Vergleich der räumlichen Immissionsverteilungen beim Referenzszenario und dem Prognoseszenario für die Immissionskenngrößen NO₂-Jahresmittelwert und Anzahl der Tage mit PM₁₀-Mittelwerten von mehr als 50 µg/m³.

Auf eine grafische Darstellung der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) wurde verzichtet, weil die errechneten Jahresmittel der Feinstaub-Immissionen deutlich unter den Grenzwerten der 39. BImSchV liegen und in weiten Bereichen des Rechengebietes die Werte der Hintergrundbelastung nur unwesentlich überschreiten.

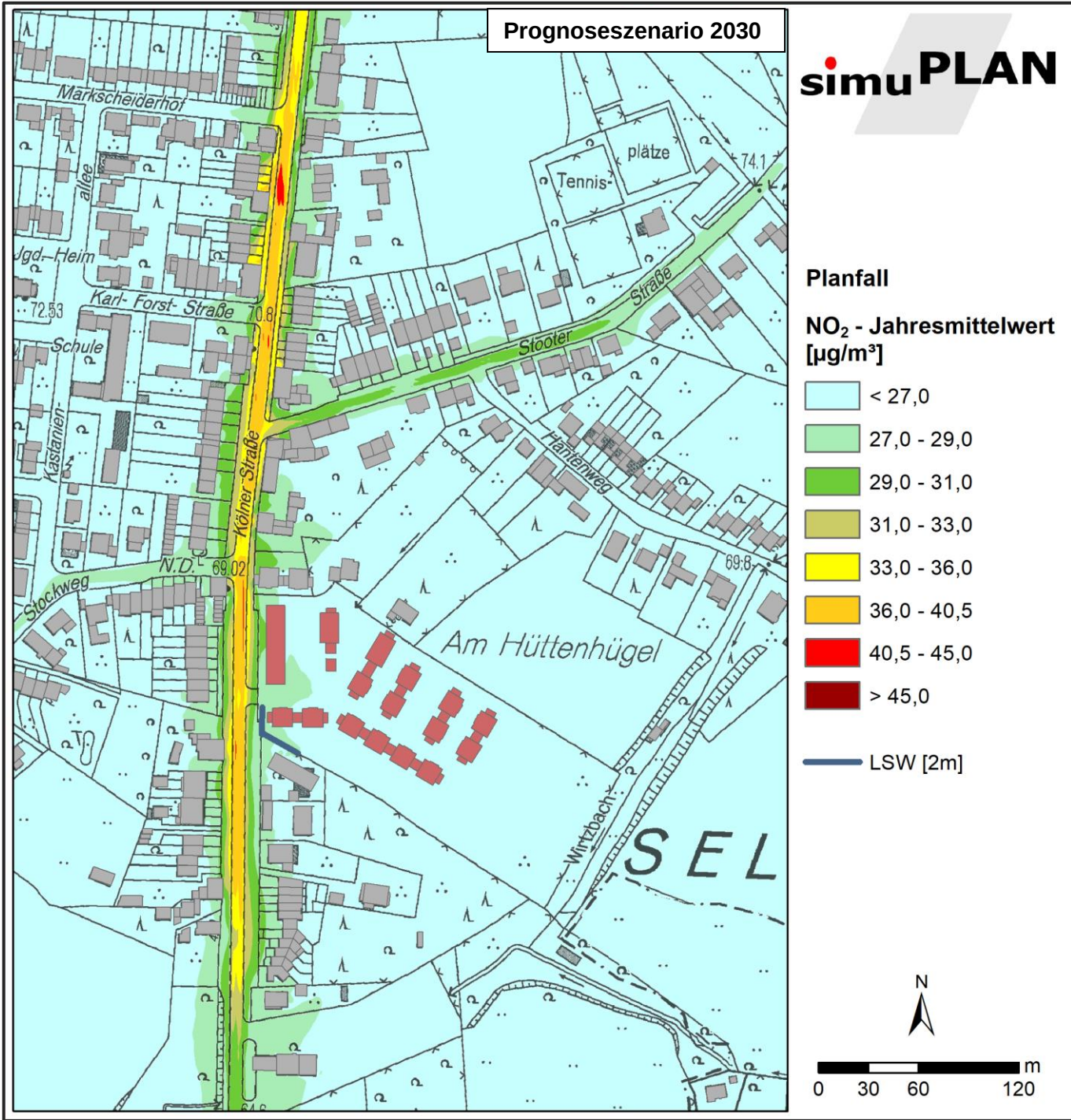
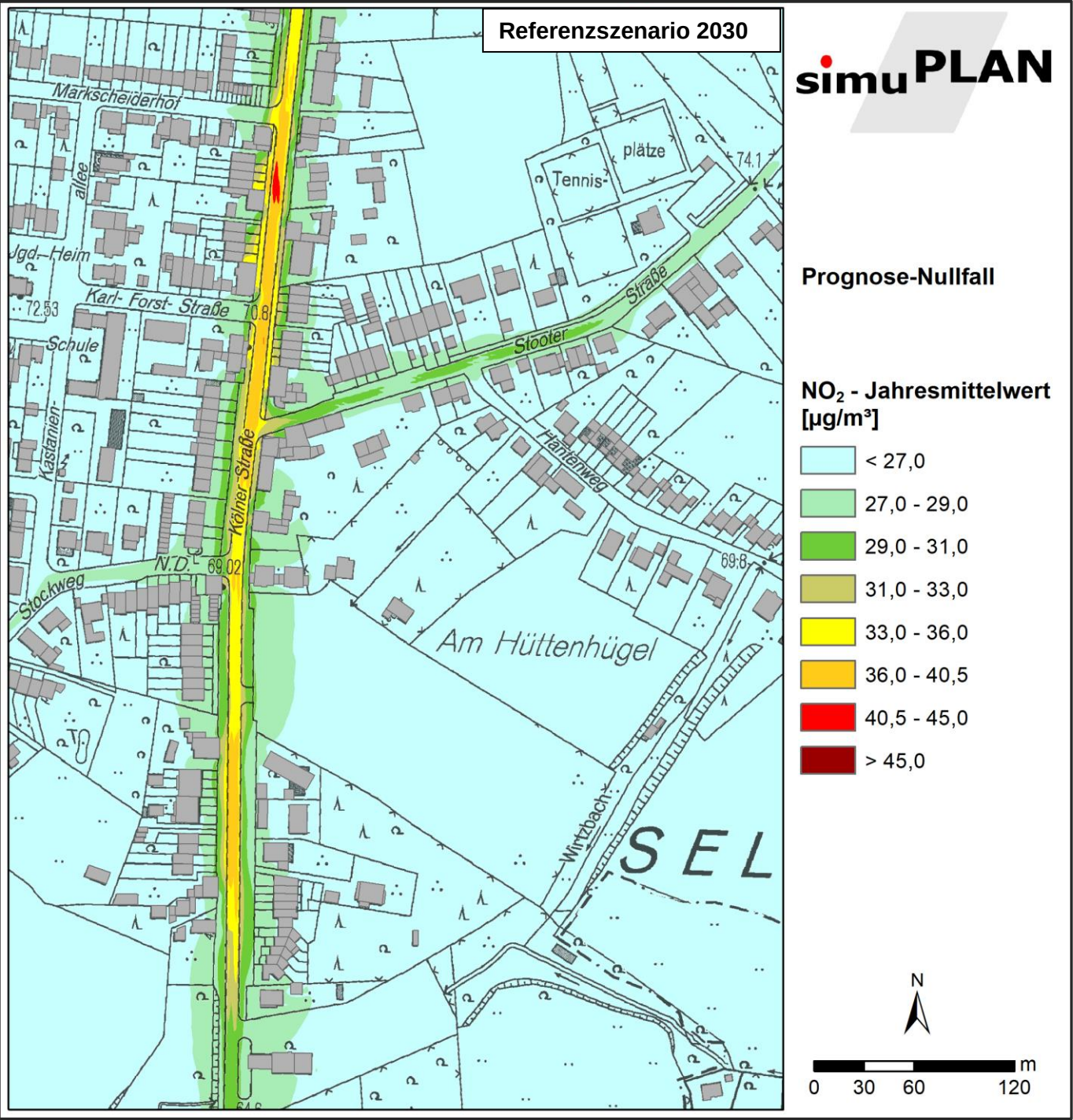


Abbildung 5.2: Jahresmittel der NO₂-Immissionen

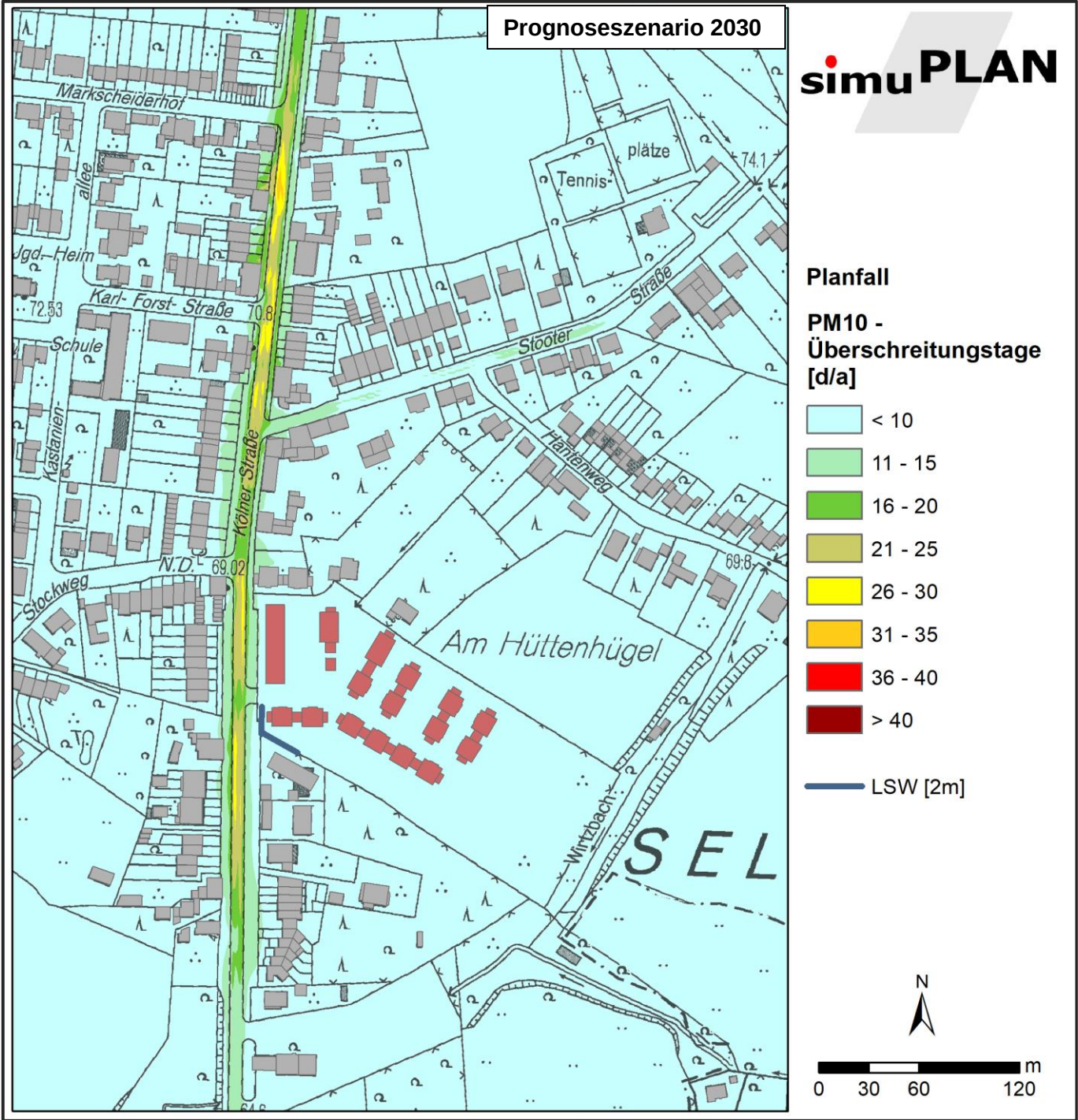
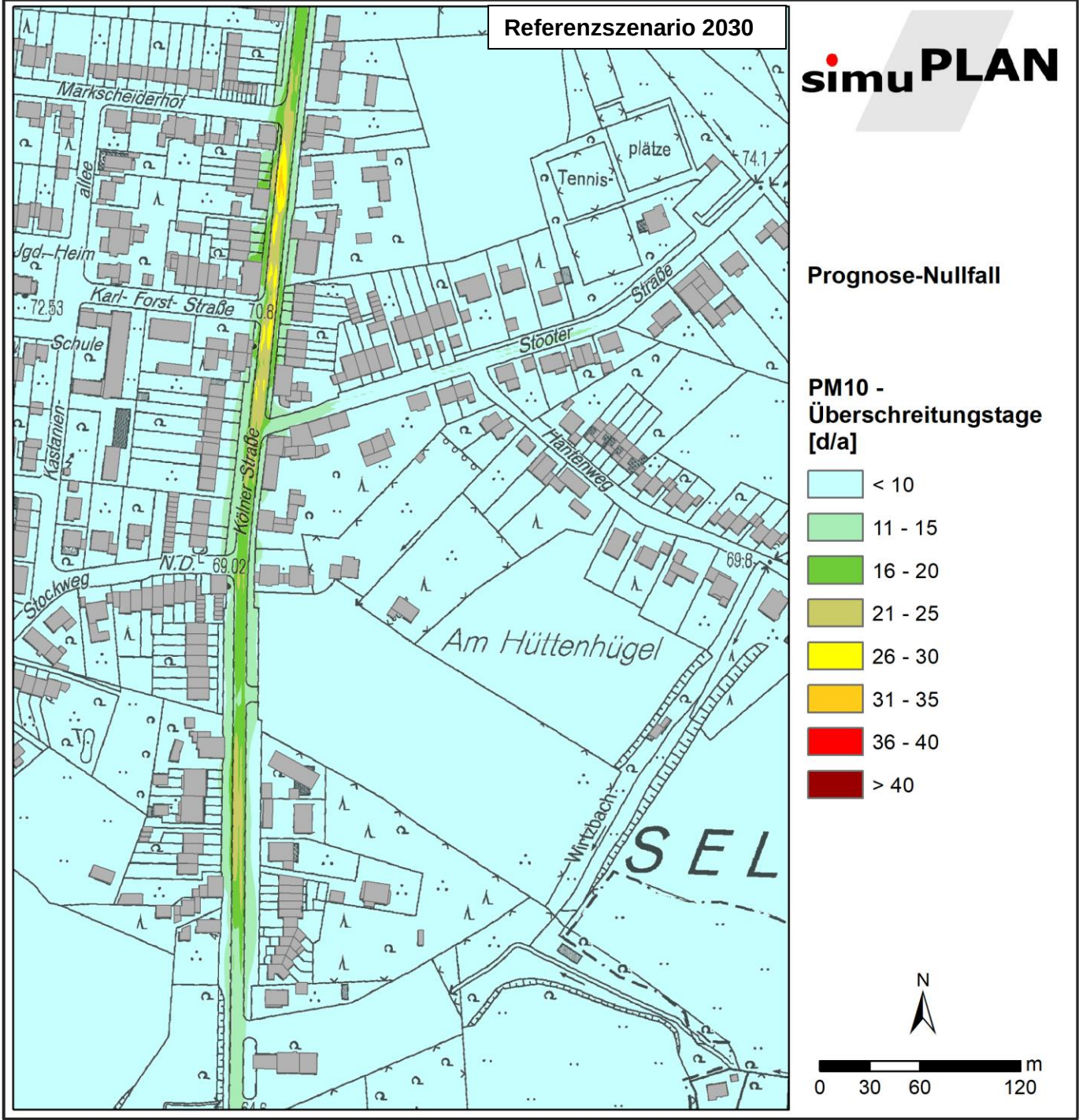


Abbildung 5.3: Anzahl der Tage mit Tagesmittelwerten > 50 µg/m³

Die zuvor dokumentierten Ergebnisse der Simulationsrechnungen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Referenzszenario 2030

Im Untersuchungsraum liegen insgesamt günstige lufthygienische Verhältnisse vor. Die prognostizierten Jahresmittelwerte liegen für NO₂ und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) an der vorhandenen Wohnbebauung meistens nur unwesentlich über den Werten der Hintergrundbelastung.

Lediglich im Straßenraum der Kölner Straße treten in lokal engbegrenzten Bereichen erhöhte Immissionen auf. Die für diese Untersuchung relevanten Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV werden an der Straßenrandbebauung aber überall deutlich unterschritten.

Prognoseszenario 2030

Nach der Planungsrealisierung werden die Luftschadstoffimmissionen im Bereich der Straßenrandbebauung an der Kölner Straße geringfügig zunehmen. Dies ist auf die geringe Verkehrszunahme zurückzuführen. In unmittelbarer Nähe des Plangebietes wird sich durch die neuen Baukörper auch der Luftaustausch geringfügig verschlechtern, so dass hier die Zunahme der Immissionen am deutlichsten ausgeprägt ist.

Für das gesamte Plangebiet werden sehr niedrige Immissionswerte ausgewiesen, die nur unwesentlich über den Werten der Hintergrundbelastung liegen.

Die Ergebnisse belegen somit, dass eine Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

Fazit

Aus lufthygienischer Sicht ist eine Umsetzung der Planung somit unbedenklich. Dies gilt insbesondere unter Berücksichtigung der konservativen Annahme einer bis zum Jahr 2030 gleichbleibenden Hintergrundbelastung.

6 Zusammenfassung

Die Stadt Mülheim an der Ruhr stellt derzeit den Bebauungsplan „Kölner Straße / Stooter Straße – I 25“ auf, um die planungsrechtlichen Voraussetzungen für ein neues Wohngebiet im Ortsteil Selbeck zu schaffen. Das ca. 6,1 ha große Plangebiet wird nach Westen von der Kölner Straße, nach Norden von der Stooter Straße und dem Hantenweg, nach Osten durch den Bachlauf des Wirtzbaches und nach Süden durch die Grundstücksgrenze des Gärtnereibetriebs Rumbaum begrenzt.

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

Um eine Abschätzung möglicher Auswirkungen der vorliegenden Planung zu ermöglichen, wurden die Ausbreitungsrechnungen für ein „Referenzszenario 2030“ (gegenwärtige Bebauung mit Verkehrsbelastung im Jahr 2030) und ein „Prognoseszenario 2030“ (Realisierung des Bebauungsplans mit Verkehrsbelastung 2030 unter Berücksichtigung des planungsbedingten zusätzlichen Verkehrsaufkommens) durchgeführt.

Die Ausbreitungsrechnungen erfolgten mit dem mikroskaligen Rechenmodell MISKAM für die Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid- (NO_2) und Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$). Hierbei werden die Auswirkungen von Gebäuden und aktiven Lärmschutzmaßnahmen (Wälle, Wände) auf die Ausbreitung der durch den Straßenverkehr emittierten Schadstoffe realitätsnah berücksichtigt. Bei der nachfolgenden Ermittlung der Gesamtbelastung (Immissionskenngößen gemäß 39. BImSchV) wird die Vorbelastung integriert. Als Bewertungsmaßstab werden die Grenzwerte der 39. BImSchV herangezogen.

In unmittelbarer Nähe zum Plangebiet befindet sich an der Kölner Straße die Messstelle „MHKS“ des LANUV, an der in den Jahren 2012 bis 2014 Überschreitungen des NO_2 -Jahresmittelgrenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt wurden. Im Rahmen der Luftreinhalteplanung wurde daher in diesem Abschnitt der Kölner Straße die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h begrenzt. Seitdem ist ein stetiger Rückgang der NO_2 -Jahresmittelwerte zu verzeichnen. Aus lufthygienischen Gründen kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass die Geschwindigkeitsbegrenzung langfristig wieder aufgehoben wird. Bei den Emissionsberechnungen wurde daher im Sinne einer konservativen Betrachtung ein Tempolimit von 50 km/h angenommen.

Als Grundlage der Ausbreitungsberechnungen wurde eine Windstatistik der Messtation in Essen-Bredeney verwendet, die aufgrund ihrer Lage die Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet sehr gut repräsentiert.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen weisen für das **Referenzszenario 2030** im Untersuchungsraum insgesamt günstige lufthygienische Verhältnisse aus. Lediglich im Straßenraum der Kölner Straße treten in lokal engbegrenzten Bereichen erhöhte Immissionen auf. Die für diese Untersuchung relevanten Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV werden an der Straßenrandbebauung aber überall deutlich unterschritten.

Die Ergebnisse für das **Prognoseszenario 2030** belegen, dass nach der Planungsrealisierung die Luftschadstoffimmissionen an der Straßenrandbebauung der Kölner Straße aufgrund des zusätzlichen Verkehrsaufkommens geringfügig zunehmen. In unmittelbarer Nähe des Plangebietes wird dieser Trend verstärkt durch die neuen Baukörper, die hier den Luftaustausch geringfügig verschlechtern. Für das gesamte Bebauungsplangebiet werden sehr niedrige Immissionswerte ausgewiesen, die nur unwesentlich über den Werten der Hintergrundbelastung liegen.

Aus lufthygienischer Sicht ist eine Umsetzung der Planung somit unbedenklich. Dies gilt insbesondere unter Berücksichtigung der konservativen Annahme einer bis zum Jahr 2030 gleichbleibenden Hintergrundbelastung.

7 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]

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

[CORINAIR 2007]

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 Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, 11.06.2008.

[HEUSCH, BOESEFELDT 1995]

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

[INFRAS 2019]

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

[INGENIEURGESELLSCHAFT STOLZ mbH 2009]

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

[IVU 2011]

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

[LANUV 2018]

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz:

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

[MÜLHEIM 2017]

Stadt Mülheim an der Ruhr, Amt für Verkehrswesen und Tiefbau: Verkehrliche Untersuchung zur Anbindung des Bebauungsplans „Kölner Straße / Stooter Straße – I 25“, Dezember 2017.

[STRASSEN NRW 2016]

Landesbetrieb Straßenbau NRW: Straßeninformationsdatenbank Nordrhein-Westfalen (NWSIB) <http://www.nwsib-online.nrw.de/>, Zugriff Dezember 2017

[VDI 2003]

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

[VDI 2013]

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