

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
Nördliche Hildapromenade 6
76133 Karlsruhe

Telefon +49(721)504379 0
Telefax +49(721)504379 11

www.MuellerBBM.de

Dr. rer. nat. Rainer Bösing
Telefon +49(721)504379 15
Rainer.Boesinger@mbbm.com

15. April 2020
M145096/01 BSG/SALI

Evaluierung Tempo 30 Münster

Lufthygienisches Gutachten

Bericht Nr. M145096/01

Auftraggeber:

Stadt Münster
Albersloher Weg 33
Stadthaus 3
48155 Münster

Bearbeitet von:

Dr. rer. nat. Rainer Bösing
M.Sc. Christian Peitzmeier

Berichtsumfang:

Insgesamt 39 Seiten, davon
28 Seiten Textteil und
11 Seiten Anhänge

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	4
2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen	5
3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik	6
3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebiets	6
3.2 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren	8
4 Eingangsdaten und technische Grundlagen	10
4.1 Verkehrsdaten	10
4.2 Messfahrten in Münster	11
4.3 Emissionen des Straßenverkehrs	13
4.4 Digitale Bebauungsdaten	14
4.5 MISKAM-Rechengebiet und Eingangsparameter	15
4.6 Meteorologische Daten	16
4.7 Hintergrundbelastung	18
5 Ergebnisse der Immissionsprognosen	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Qualitätssicherung der Immissionsprognose	19
5.3 Flächenhafte Immissionsdarstellung	20
5.4 Punktuelle Immissionsbeurteilung	25
5.5 Fazit und Methodenkritik	26
6 Grundlagen, verwendete Literatur	27
Anhang A Verkehrszahlen	
Anhang B Fahrtzyklus	
Anhang C Stickstoffdioxid (NO₂) Messwerte	
Anhang D Miskam Rechengitter	

Zusammenfassung

Die Stadt Münster hat im Rahmen eines Verkehrsversuchs auf der L843 zwischen Münzstraße und Mauritzstraße die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h reduziert. Die Maßnahme Tempo 30 ist Teil des Kurzfristprogramms aus dem Lärmaktionsplan der Stadt Münster, der im Dezember 2017 vom Rat beschlossen wurde. Neben einer Verbesserung der Schallimmissionen wurde von Seiten der Stadtverwaltung auch ein positiver Effekt der geplanten Maßnahme auf die Belastung durch Stickstoffdioxid (NO₂) erhofft bzw. erwartet. Im Rahmen des vorliegenden luft-hygienischen Gutachtens wurden – auf der Grundlage von Berechnungen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM – die Maßnahme Tempo 30 an vier Straßenabschnitten der L843 evaluiert. Die Evaluierung basiert auf einem Vergleich von prognostizierten NO₂-Jahresmittelwerten bei Tempo 50 und bei Tempo 30. Die NO₂-Immissionsprognosen wurden durch ergänzende NO₂-Passivsammlermessungen flankiert. Die Ergebnisse der Untersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Sowohl bei Tempo 50 als auch bei Tempo 30 wird an sämtlichen beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden der Grenzwert von 40 µg/m³ NO₂ im Jahresmittel unterschritten. In den anliegenden Nebenstraßen sowie auf Freiflächen und hinter der ersten Bebauungsreihe sind die NO₂-Belastungen deutlich geringer und maximal leicht erhöht gegenüber der Hintergrundbelastung.
- Die höchsten NO₂-Konzentrationen wurden sowohl für Tempo 50 als auch für Tempo 30 am Untersuchungspunkt MP 1 an der Mauritzstraße festgestellt. Die geringsten Konzentrationen wurden bei Tempo 50 und Tempo 30 am Untersuchungspunkt VMSB am Bült ermittelt.
- In der Betrachtung der Differenzen der Prognosen bei Tempo 30 und Tempo 50 lässt sich eine Konzentrationsabnahme bei Tempo 30 gegenüber Tempo 50 von 0,4 µg/m³ bis 1,7 µg/m³ NO₂ im Jahresmittel feststellen. Das NO₂-Reduktionspotenzial beträgt normiert auf den Grenzwert von 40 µg/m³ insgesamt 1 % bis 4 %.
- Der NO₂-Minderungseffekt ist unmittelbar an die Qualität und Repräsentativität der aufgezeichneten Fahrtzyklen bei Tempo 50 und Tempo 30 gekoppelt. Trotz der hohen Anzahl von insgesamt 140 Fahrtzyklen, auf Basis derer die Emissionsfaktoren bestimmt wurden, würde eine größere Anzahl von Fahrtzyklen zu allen Jahres-, Wochen- und Tageszeiten sowie mit verschiedenen Fahrzeugkategorien die Modellsicherheit deutlich erhöhen.

Dr. rer. nat. Rainer Böwger

M. Sc. Christian Peitzmeier

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Maßnahme Tempo 30 ist Teil des Kurzfristprogramms aus dem Lärmaktionsplan der Stadt Münster, der im Dezember 2017 vom Rat beschlossen wurde. Im Rahmen dieser Maßnahme bzw. eines Verkehrsversuchs wurde zum 01.02.2019 auf einigen Abschnitten des Hauptverkehrsstraßennetzes im Innenstadtbereich von Münster Tempo 30 angeordnet bzw. eingeführt [17].

Zur Evaluierung der Maßnahme wurden im Bereich der L843 zwischen Münzstraße und Mauritzstraße (einschließlich Bergstraße, An der Apostelkirche, Voßgasse und Bült) sowohl die Auswirkungen auf die Schallimmissionen als auch auf die Immissionen von Luftschadstoffen untersucht. Der Straßenzug fungiert innerhalb der Innenstadt von Münster als wichtige Ost-West-Achse und wird zudem auf Höhe des Bült von mehr als 20 Buslinien befahren.

Die Untersuchung der Luftschadstoffe fokussiert sich auf Stickstoffdioxid (NO_2) als Leitkomponente, welches sowohl messtechnisch mittels Passivsammlern als auch durch vergleichende Immissionsprognosen erfasst und bewertet wurde. Der hier vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse der NO_2 -Immissionsprognosen an vier ausgewählten Straßenquerschnitten für den Projektzeitraum von September 2018 bis September 2019 dar.

Aufgabe der vorliegenden NO_2 -Immissionsprognose ist es, anhand des Vergleichs zwischen der Bestandssituation bei Tempo 50 und der Maßnahme Tempo 30, mögliche Effekte auf die Luftqualität herauszuarbeiten. Zur Beurteilung der Luftschadstoff-Immissionen werden zudem die entsprechenden Beurteilungswerte der 39. BImSchV [12] herangezogen. Die derzeit vorliegenden Ergebnisse der NO_2 -Passivsammlermessungen wurden in Form von vorläufigen Zwischenergebnissen an die Stadt Münster übermittelt und werden im Kapitel 5.2 dieses Gutachtens aufgegriffen [11].

2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen

Im Rahmen der durchzuführenden lufthygienischen Untersuchung ist die Luftschadstoffbelastung hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit zu bewerten. Für die Beurteilung der Immissionen sind die entsprechenden Beurteilungswerte nach der 39. BImSchV [12] anzusetzen.

In der vorliegenden Untersuchung werden die v. a. vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe Stickstoffoxide NO_x (Summe aus NO und NO_2) und NO_2 behandelt. Diese Schadstoffkomponenten gelten neben dem Feinstaub als Leitsubstanzen, weil die Luftbelastung mit anderen in der 39. BImSchV limitierten Schadstoffen in Bezug auf die zugehörigen Grenzwerte deutlich geringer ist. Derzeit wird deutschlandweit der Grenzwert für den Tagesmittelwert von Feinstaub PM_{10} nahezu flächendeckend eingehalten, wohingegen der NO_2 -Jahresmittelwert an einer Vielzahl von verkehrsnahen Messstellen überschritten wird.

Die zum Schutz der menschlichen Gesundheit maßgeblichen Grenzwerte der o. g. Leitsubstanzen sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1. Relevante Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit [12].

Schadstoffkomponente Bezugszeitraum	Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr
Stickstoffdioxid NO_2		
Jahresmittel	40	--
Stundenmittel	200	18

3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik

3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebiets

Das Untersuchungsgebiet in Münster befindet sich im nördlichen Teil der historischen Altstadt (Abbildung 1). Die geographische Höhe im Untersuchungsgebiet liegt bei etwa 58 m NHN. Das Untersuchungsgebiet kann als weitgehend eben charakterisiert werden.

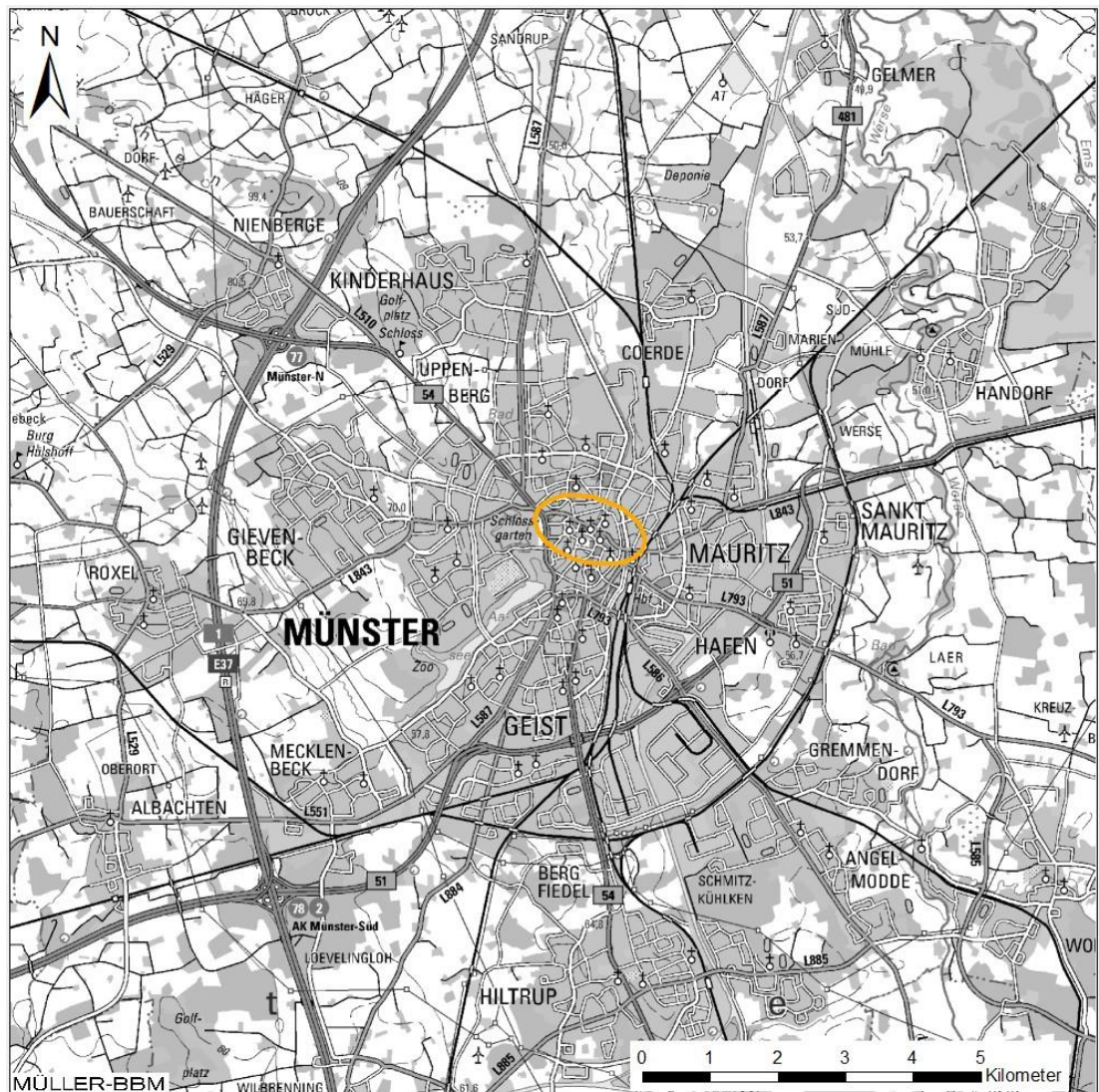


Abbildung 1. Topografische Karte von Münster mit dem Untersuchungsgebiet (orange markiert) [6].

Das Untersuchungsgebiet ist in Abbildung 2 dargestellt. Im Westen ist die L843 auf Höhe des Schloßplatzes an die Bundesstraße B54 angeschlossen. Im Bereich der Münzstraße verläuft die L843 zunächst in Ost-West-Richtung parallel zur nördlich gelegenen Promenade, dem ehemaligen Befestigungsring der Stadt. Auf Höhe des Buddenturms knickt die L843 leicht in Richtung Südosten ab und verläuft südlich des Stadtteils Martini. Der untersuchte Straßenabschnitt endet auf Höhe des Mauriztors, an dem die Mauritzstraße die Eisenbahnstraße kreuzt. Die Eisenbahnstraße stellt die Verbindung zum Hauptbahnhof Münster her, der ca. 500 m südlich der Kreuzung liegt. Unmittelbar südlich des gesamten untersuchten Straßenabschnitts liegt der Kern der historischen Altstadt von Münster. Viele der Nebenstraßen, die in Richtung Süden abzweigen, sind Einbahnstraßen bzw. nur für den Lieferverkehr freigegeben. In Richtung Norden schließt sich mit dem Stadtteil Martini und dem Kreuzviertel hauptsächlich Wohnbebauung an. Der untersuchte Straßenabschnitt ist durch teilweise dichte und hohe Bebauung geprägt.

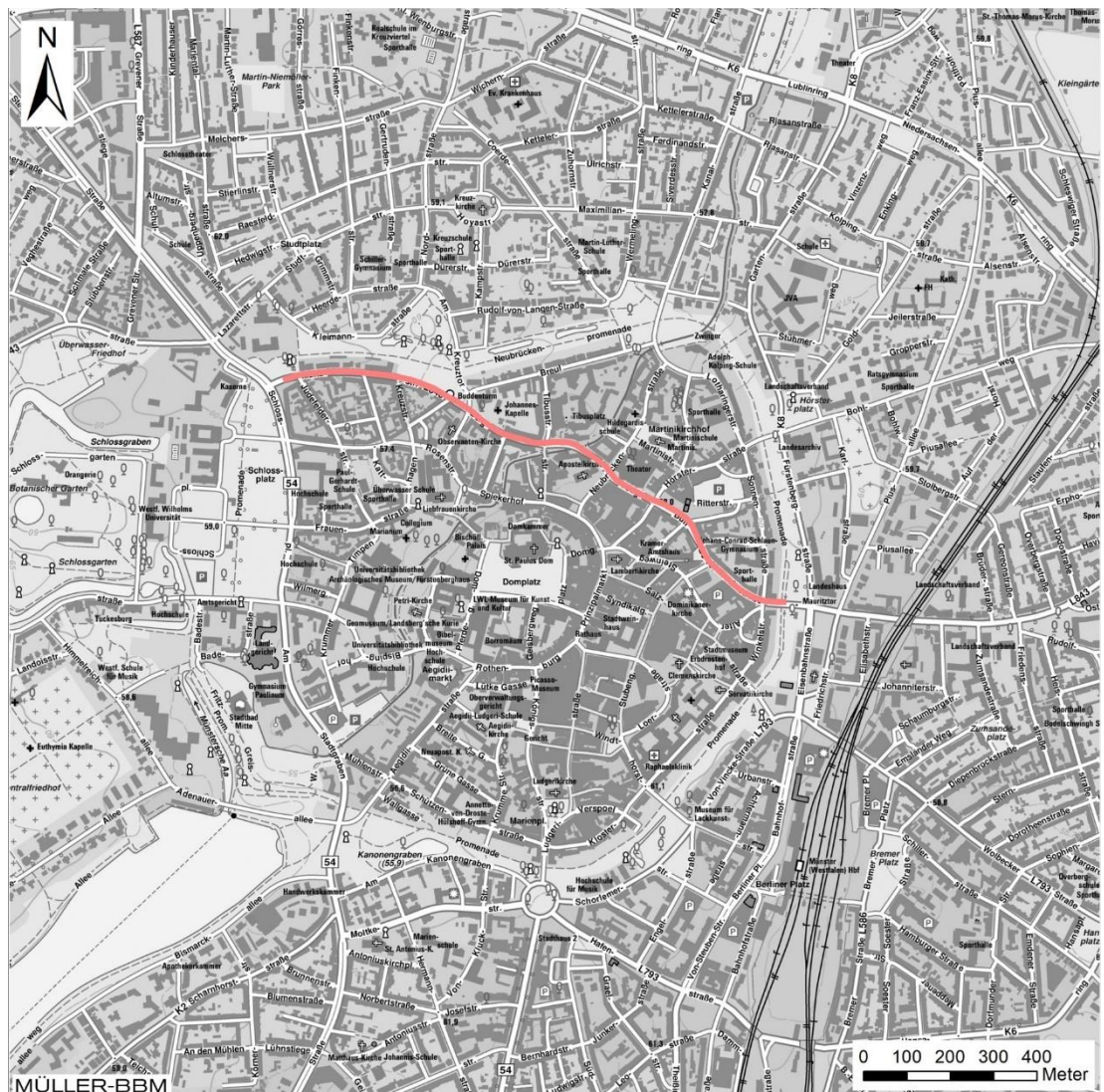


Abbildung 2. Lage des untersuchten Straßenabschnitts im Innenstadtbereich von Münster [6].

3.2 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren

Das vorliegende Immissionsgutachten beschreibt die Ermittlung der durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursachten Schadstoffemissionen, die Berechnung der daraus resultierenden Immissionen und Bewertung dieser anhand der Grenzwerte der in der 39. BImSchV [12] umgesetzten EU-Richtlinie 2008/50/EG. Die Emissions- und Immissionsprognosen wurden unter Beachtung der Richtlinien VDI 3783 Blatt 14 [14] und VDI 3782 Blatt 7 [13] durchgeführt.

Betrachtet wird die Maßnahme Tempo 30 als Planfall und der Nullfall mit der Bestandssituation bei Tempo 50.

Für die Prognose der Luftschadstoffbelastungen ist ein Verfahren anzuwenden, das die topografischen Gegebenheiten, insbesondere die Bebauung berücksichtigt. Die kleinräumigen Windströmungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet werden stark von der Bebauung beeinflusst. Die von der Bebauung beeinflussten Luftströmungen und die Ausbreitung der Schadstoffe wurden mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM [10] berechnet. Die Ermittlung der statistischen Kenngrößen der Immissionen erfolgte mit dem PC-Programm WinMISKAM [22]. Für die Immissionsprognosen wurden lokal und zeitlich repräsentative meteorologische Daten verwendet (Kapitel 4.6). Damit können die zu berücksichtigenden Straßenabschnitte, die durch die Bebauung beeinflussten Luftströmungen und die örtlichen meteorologischen Verhältnisse in die Berechnungen einbezogen werden.

Die Immissionsprognosen wurden für die Straßenquerschnitte Mauritzstraße, Bergstraße, Münzstraße und Bült im Straßenzug der L843 durchgeführt. Die Auswahl der vier Straßenquerschnitte orientiert sich dabei an den Messpunkten der NO₂-Passivsammlermessung. Die konkrete Lage der Rechengebiete sowie der NO₂-Messpunkte kann Kapitel 4.5 entnommen werden. Die flächenhaften NO₂-Immissionen werden jeweils für das Zentrum der dort dargestellten Rechengebiete ausgewertet und dargestellt.

Die Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen erfolgte auf Basis von Messfahrten als Verfolgungsfahrten in der Bestandssituation für Tempo 50 und für die Maßnahme Tempo 30. Die Messfahrten wurden im Hinblick auf die dynamischen Parameter, mittlere Reisegeschwindigkeit, RPA (relative positive acceleration, ein Dynamikparameter, der im HBEFA [4] zur Charakterisierung der Verkehrssituationen verwendet wird), Anteil Stopp und Anteil Konstantfahrt aufbereitet und ausgewertet. Die resultierenden NO_x-Emissionsfaktoren für die erhobenen Fahrkurven wurden mit dem Modell PHEM (Passenger car and Heavy duty Emission Model) der TU Graz berechnet [21].

Die lokale Schadstoffhintergrundbelastung wurde auf Basis von eigenen NO₂-Passivsammlermessungen sowie der Messstation Münster-Geist, die vom Landesamt für Natur-, Umwelt-, und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW) betrieben wird [7], angesetzt (Kapitel 4.7). Es wurden die verkehrsbedingten Immissionen im Untersuchungsgebiet flächenhaft ermittelt und mit der lokalen Hintergrundbelastung überlagert. Die Parametrisierung der luftchemischen Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt nach [1] und [16].

Ermittlung der Kurzzeitbelastungswerte

Der NO₂-Jahresmittelwert ist im Hinblick auf den Grenzwert erwartungsgemäß die kritischere Größe. Unterschreitet die NO₂-Belastung im Jahresmittel den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³, so ist im Regelfall auch die Einhaltung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit (18/Jahr) des Stundengrenzwerts von 200 µg/m³ zu erwarten. Aus diesem Grund erfolgt im Zuge des vorliegenden Berichts keine explizite Bestimmung und Bewertung der Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundengrenzwerts.

4 Eingangsdaten und technische Grundlagen

4.1 Verkehrsdaten

Für die Emissionsberechnungen wurden – von der Stadt Münster – die Verkehrszahlen der Jahre 2018 und 2019 (bis einschließlich 05.09.2019) an der automatischen Zählstelle am Bült, auf Höhe der Wevelinghofergasse sowie weiterer Zählstellen im Bereich einiger LSA im Untersuchungsabschnitt zur Verfügung gestellt. Auf Basis dieser Daten wurden die durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) für die einzelnen Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet ermittelt (siehe Tabelle 2) [2], [18].

Die Zählstelle am Bült auf Höhe der Wevelinghofergasse ermöglicht zudem die Unterscheidung von unterschiedlichen Fahrzeugkategorien, die in Tabelle 2 dargestellt ist. Die hier erhobenen relativen Anteile der Fahrzeugkategorien (LNfz 6 % und SNfz 2 %) wurden auch an den anderen drei Streckenabschnitten angesetzt. Für die Busse wurde die exakte Anzahl auf Basis der Fahrplandaten für jeden einzelnen Untersuchungsabschnitt ermittelt. Im Anhang A sind beispielhaft die vorliegenden Zählraten für die Wevelinghofergasse für das Jahr 2019 dargestellt.

Tabelle 2. Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken an den vier untersuchten Straßenabschnitten mit der Aufteilung auf die verschiedenen Fahrzeugkategorien (Aufteilung ermittelt auf Basis der Zählschleife am Bült auf Höhe der Wevelinghofergasse und Fahrplandaten Stadtwerke Münster; LNfz = Leichte Nutzfahrzeuge, SNfz = Schwere Nutzfahrzeuge) [2], [18] und [20].

Fahrzeugkategorie Straßenabschnitt	PKW	LNfz	SNfz	Busse	Summe
	[Kfz / 24 h]				
Mauritzstraße	13280	866	268	745	15159
Anteile (%)	88%	6%	2%	5%	100%
Bült	12957	846	265	745	14813
Anteile (%)	87%	6%	2%	5%	100%
Bergstraße	14280	905	279	381	15845
Anteile (%)	90%	6%	2%	2%	100%
Münzstraße	14433	904	277	211	15825
Anteile (%)	91%	6%	2%	1%	100%

4.2 Messfahrten in Münster

Als Grundlage für die Ermittlung der Emissionsfaktoren für die Bestandssituation Tempo 50 und für die Maßnahme Tempo 30 wurden auf dem Untersuchungsabschnitt in Münster insgesamt 140 Fahrtzyklen aufgezeichnet und aufbereitet. Die Aufzeichnung erfolgte sowohl im Dezember 2018 vor der Einführung von Tempo 30 als auch im Mai 2019 nach der Einführung von Tempo 30 an mehreren Werktagen zu unterschiedlichen Tageszeiten (07.12.2018: 09:00 Uhr bis 15:00 Uhr, 12.12.2018: 07:00 Uhr bis 13:00 Uhr, 13.12.2018: 12:00 Uhr bis 18:00 Uhr, 23.05.2019: 11:00 Uhr bis 18:00 Uhr, 28.05.2019: 07:00 Uhr bis 13:00 Uhr). Ein Fahrtzyklus wurde beispielhaft im Anhang B visualisiert.

Mit Hilfe eines Messgeräts wurden mit einer zeitlichen Auflösung von 1 Hz die Position, Geschwindigkeit, Drehzahl und Fahrbahneigung während eines Fahrtzyklus bestimmt. Die statistischen Kenngrößen der Fahrtzyklen befinden sich in Tabelle 3.

Tabelle 3. Kenngrößen der Fahrtzyklen getrennt in Fahrrichtung Osten und Westen sowie für Tempo 50 und Tempo 30.

Szenario	Tempo 50		Tempo 30	
	Osten	Westen	Osten	Westen
Anzahl Fahrtzyklen	31	33	38	37
mittlere Geschwindigkeit (km/h)	22	19	21	19

In Abbildung 3 sind zudem die durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeiten der Fahrtzyklen in Form von Box-Plots¹ dargestellt. Bei Fahrrichtung Osten ist die mediane Geschwindigkeit bei Tempo 50 um etwa 3 km/h höher als bei Tempo 30. Auch das 75 % Quantil liegt bei dieser Fahrrichtung und Tempo 50 etwa 4 km/h höher als bei Tempo 30. Geringe Fahrgeschwindigkeiten (25 % Quantil) sind bei Tempo 50 und Tempo 30 auf einem vergleichbaren Niveau bei 19 km/h.

¹ Ein Box-Plot soll schnell einen Eindruck darüber vermitteln, in welchem Bereich Daten liegen und wie sie sich über diesen Bereich verteilen. Die Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50 % der Daten liegen. Sie wird durch das 75%-Quantil (oben) und das 25 %-Quantil (unten) begrenzt. Der Abstand zwischen 75%-Quantil und 25 %-Quantil wird als Interquartilsabstand (IQR) bezeichnet. Das 50 %-Quantil, der Median, wird als Strich in der Box gekennzeichnet. Durch die Antennen werden die außerhalb der Box liegenden Werte dargestellt. Werte die mehr als $1,5 \times \text{IQR}$ von der Box entfernt liegen sind Ausreißer und werden als Punkte dargestellt.

Bei Fahrtrichtung West ist die mediane Fahrtgeschwindigkeit im Vergleich zu Fahrtrichtung Ost sowohl bei Tempo 50 als auch bei Tempo 30 geringer. Mit einer medianen Geschwindigkeit von 20 km/h gibt es bei Fahrtrichtung West keine Unterschiede zwischen Tempo 50 und Tempo 30. Auffällig ist ein höherer Anteil von geringeren durchschnittlichen Fahrtgeschwindigkeiten bei Tempo 50 und Fahrtrichtung Ost gegenüber Tempo 30. Auf potenzielle Auswirkungen der hohen Variabilität von Fahrzyklen wird in Kapitel 5.5 Fazit und Methodenkritik eingegangen.

Mit dem Modell PHEM der TU Graz wurden aus den Daten der Fahrzyklen die Emissionsfaktoren für NO_x in g/km für alle o. g. Fahrzeugkategorien und Motorenkonzepte berechnet. Die Ergebnisse sind mit dem PHEM Datensatz, der kompatibel zum HBEFA 3.3 [4] ist, erzeugt worden [21].

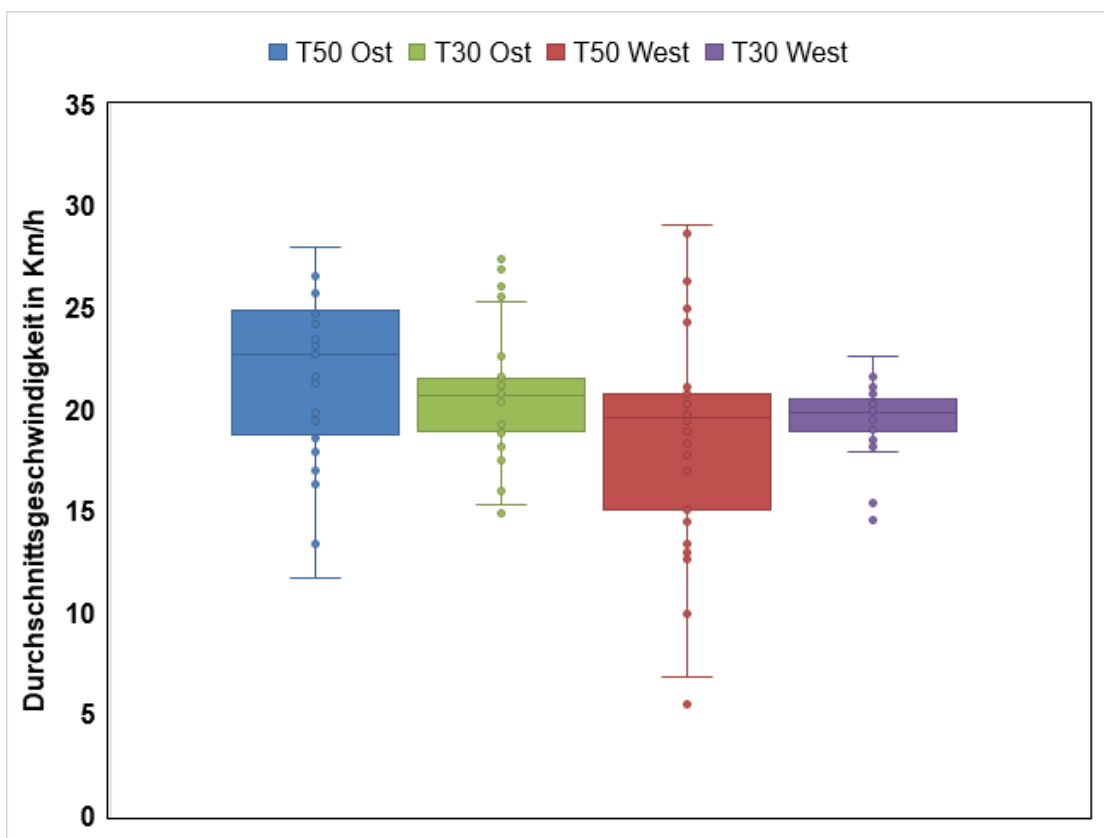


Abbildung 3. Durchschnittliche Fahrtgeschwindigkeit aller Fahrzyklen aufgeteilt auf die Szenarien Tempo 50 Fahrtrichtung Ost (blau), Tempo 30 Fahrtrichtung Ost (grün), Tempo 50 Fahrtrichtung West (rot), Tempo 30 Fahrtrichtung Ost (lila) und dargestellt als Box-Plot (Median, 1. Quartil, 3. Quartil und Ausreißer).

4.3 Emissionen des Straßenverkehrs

Die Emissionen des Straßenverkehrs wurden entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ [13] ermittelt. Die Berechnung der Schadstoffemissionen erfolgte auf Basis der o. a. Verkehrsmengen, Aufteilungen auf Fahrzeugkategorien und ermittelten Emissionsfaktoren sowie der Verkehrsflottenzusammensetzung für Münster gemäß der Zulassungsstatistik des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) zum 01.01.2019 [8]. Für die Linienbusse der Stadtwerke Münster wurden Fahrplandaten mit Angaben der Schadstoffklassen bereitgestellt [20]. Die Busflotte setzt sich aus 80 % Linienbussen der Stadtwerke Münster und 20 % Regionalbussen zusammen. In Tabelle 4 sind die Fahrleistungsanteile für die unterschiedlichen Fahrzeugkategorien und Schadstoffklassen dargestellt.

Tabelle 4. Fahrleistungsanteile nach Schadstoffklassen in der Umweltzone von Münster.

Schadstoffnorm	PKW		LNfz		SNfz	BUS
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro0	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Euro1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Euro2	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Euro3	3%	2%	0%	5%	4%	2%
Euro4	18%	8%	1%	15%	3%	12%
Euro5	12%	17%	1%	43%	21%	27%
Euro6	14%	25%	2%	34%	72%	59%
alle	47,8%	52,2%	3,1%	96,9%	100%	100%

In der Tabelle 5 sind die verwendeten Emissionsfaktoren für NO_x differenziert nach PKW, LNfz (leichte Nutzfahrzeuge), SNfz (schwere Nutzfahrzeuge) und LBUS (Linienbusse) zusammengefasst.

Tabelle 5. NO_x-Emissionsfaktoren für die Kfz-Flotte 2018/2019 auf Basis der aufgenommenen Fahrtkurven und PHEM Berechnungen [21].

Szenario	Fahrt- richtung	Längs- neigung	PKW	LNfz	SNfz	LBUS
			NO _x in [mg/km] je Fahrzeug			
Tempo 50	Ost	0 bis ± 2 %	321	431	2.505	3.264
	West	0 bis ± 2 %	354	496	3.255	4.059
Tempo 30	Ost	0 bis ± 2 %	278	351	3.010	3.692
	West	0 bis ± 2 %	284	365	3.076	3.852

Die in Tabelle 6 angegebenen Emissionsquellstärken ergeben sich aus den Emissionsfaktoren (Tabelle 5) i. V. m. den im Kapitel 4.1 aufgeführten Verkehrsmengen für die betrachteten Straßenabschnitte.

Tabelle 6. NO_x-Emissionsquellstärken im Jahresmittel.

Straßenabschnitt	Jahresmittlere NO _x -Emissionsquellstärken	
	Tempo 50	Tempo 30
	in [g/(m*h)]	
Mauritzstraße	0,357	0,328
Bült	0,326	0,319
Bergstraße	0,314	0,280
Münzstraße	0,288	0,253

Hinweis:

Bereits vor der Einführung von Tempo 30 war die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf einem kurzen Abschnitt der L843 30 km/h. Der Untersuchungspunkt am Bült befindet sich in diesem Abschnitt. Auch für diesen Abschnitt wurden die durchschnittlichen Emissionsfaktoren aus Tabelle 5 für die Szenarien Tempo 50 und Tempo 30 angesetzt. Dieses Vorgehen ist sachgerecht, da zum einen eine weitergehende Differenzierung im Rahmen des hier gewählten Ansatzes nicht möglich ist und zum anderen das Tempo-30-Schild nur wenige Meter vom Untersuchungspunkt entfernt ist (Höhe Asche), sodass die flächendeckende Einführung von Tempo 30 sehr wohl einen Einfluss durch das geänderte Beschleunigungs- und Bremsverhalten hat.

4.4 Digitale Bebauungsdaten

Als Grundlage für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen mit dem Modell MISKAM wurde je ein dreidimensionales Bebauungsmodell für jeden der vier untersuchten Straßenquerschnitte erstellt. Hierfür wurden von der Stadt Münster digitale Katasterdaten mit Gebäudehöhen [19] zur Verfügung gestellt. Die erstellten dreidimensionalen Gebäudemodelle wurden auf die in Abbildung 4 markierte MISKAM-Rechengebiete abgebildet.

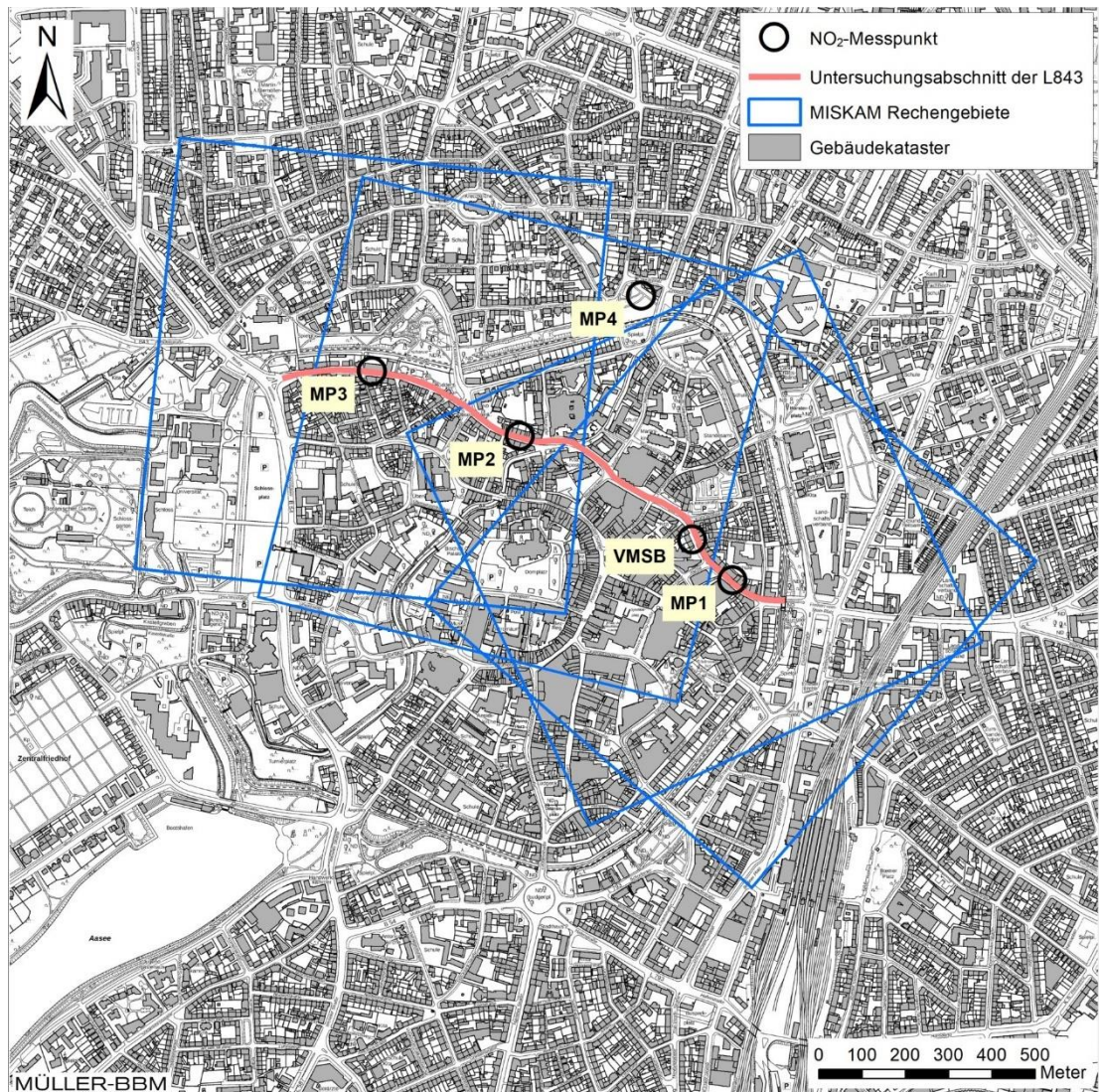


Abbildung 4. Abgrenzung der Rechengebiete mit Gebäudekataster und NO₂-Messpunkten [6], [19].

4.5 MISKAM-Rechengebiet und Eingangparameter

Die angesetzten MISKAM-Rechengebiete für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen decken jeweils eine Grundfläche von 1.000 m × 1.000 m ab (Abbildung 4) und reichen bis in eine Höhe von 500 m über Grund. Ein Rechengebiet wurde mit einem dreidimensionalen, nichtäquidistanten Gitter mit 272 × 246 × 35 Gitterpunkten dargestellt. Dabei wurden die Vorgaben der VDI-Richtlinie für prognostische Windfeldmodelle [15] hinsichtlich Rechengebietsgröße und Gitterauflösung beachtet. Das jeweilige dreidimensionale Gebäudemodell und die Emissionsdaten wurden in die Rechengitter übertragen. Die Orientierung der Baulinie in den jeweiligen Straßenquerschnitten ist dabei für die unterschiedlichen Drehwinkel der Rechengitter verantwortlich. Die Rechengitter sind im Anhang grafisch dargestellt.

Das von MISKAM verwendete kartesische Rechengitter bedingt v. a. in den Randbereichen Abweichungen von den tatsächlichen Katasterdaten. Diese Abweichungen ergeben sich durch die modellbedingte, begrenzte räumliche Auflösung, die zu den Rändern hin zunehmend gröber wird. Diese geringere Auflösung zum Rand hin ist vertretbar, da der Einfluss der Gebäude auf die Schadstoffausbreitung mit wachsendem Abstand zur Quelle abnimmt. Wesentlich ist die feine Auflösung im zentralen Bereich in der unmittelbaren Umgebung der betrachteten Straßenquerschnitte, für den die Immissionskonzentrationen ausgewertet wurden.

Die Auflösung des Rechengitters im sensitiven, bodennahen Bereich beträgt 1 m horizontal und 0,6 m vertikal (bis 2,4 m, danach Spreizung mit Faktor 1,2 m bis 500 m über Grund). Die bodennahen Konzentrationen wurden als Mittelwerte über ein vertikales Intervall von 1,2 m bis 1,8 m Höhe über dem Erdboden berechnet, sie sind damit repräsentativ für Aufpunkte in einer Höhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen eines Rechengitterelements berechneten Mittelwerte werden als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte interpretiert. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt für einen inneren Ausschnitt des Rechengebiets.

Bei den MISKAM-Berechnungen wurden die in der nachstehenden Tabelle 7 aufgeführten Steuerparameter angesetzt.

Tabelle 7. MISKAM Steuerparameter.

Parameter	Wert
<i>Initialisierung:</i>	
Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe	10 m/s
Rauigkeit zur Berechnung des Windprofils an den Rechengebietsrändern	0,30 m
<i>Rauigkeit im Rechengebiet:</i>	
Nicht durch digitalisierte Gebäude belegte Rasterflächen	15 cm
Wände der Gebäude	2 cm
Dächer der Gebäude	5 cm

4.6 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten benötigt, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind. Hierfür sind meteorologische Daten zu verwenden, die für das Untersuchungsgebiet charakteristisch sind.

Für das Münsterland existieren Messdaten von mehreren meteorologischen Messstationen, die in verschiedener Hinsicht repräsentativ für die Stadt sind. Für die vorliegenden Immissionsprognosen wurden Messdaten der AG Klimatologie der Westfälischen Wilhelms Universität herangezogen, die auf dem Dach des GEO1 Gebäudes in der Heisenbergstraße 2 aufgezeichnet werden [23]. Die Station liegt ca. 1,5 km westlich des Untersuchungsgebiets (UTM32N: RW 403539, HW 5758540).

Zur Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen wird eine einjährige Zeitreihe herangezogen. Die gemessenen Winddaten wurden in eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde überführt. In die Auswertung wurden die Messdaten innerhalb des einjährigen Zeitraums vom 01.09.2018 bis 31.08.2019 einbezogen. Die Winddaten dieser Station sind somit zeitlich und räumlich für den Untersuchungszeitraum und das Untersuchungsgebiet repräsentativ. Die Winddaten werden für das ungestörte Windfeld „über Dach“ angesetzt.

Die Abbildung 5 zeigt die aus den Messdaten ermittelten Häufigkeitsverteilungen von Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3,2 m/s. Die Windmesshöhe über Grund beträgt 34 m.

Am Standort liegt ein ausgeprägtes Maximum der Windrichtungen aus West-Südwest bis West vor, ferner ein deutlich schwächer ausgeprägtes Sekundärmaximum bei östlichen Windrichtungen. Höhere Windgeschwindigkeiten sind zum überwiegenden Teil an die südwestlichen und westlichen Windrichtungen gekoppelt.

Die Anemometerposition befindet sich außerhalb des Rechengebiets. Die lokale Rauigkeitslänge am Anemometerstandort wurde mit $z_0 = 1,0$ m und die Verdrängungshöhe gemäß TA Luft [3] mit 6,0 m (6-fache Rauigkeitslänge) angesetzt.

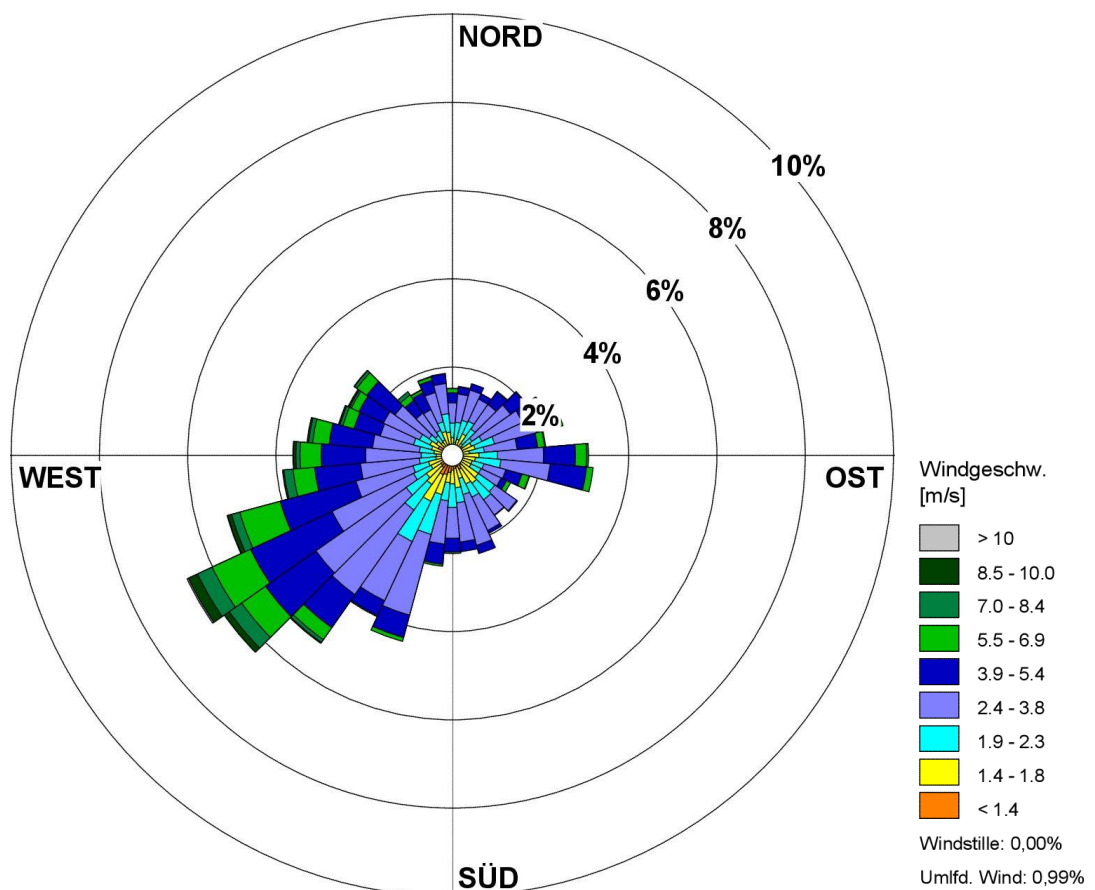


Abbildung 5. Häufigkeitsverteilung von Windrichtung und Windgeschwindigkeit für den Zeitraum vom 01.09.2018 bis 31.08.2019 an der Messtation der AG Klimatologie der Westfälischen Wilhelms Universität Münster [23].

4.7 Hintergrundbelastung

Die Gesamt-Immission (Konzentration) eines Schadstoffs setzt sich aus der lokal vorhandenen Hintergrundbelastung und der Zusatzbelastung zusammen, die von den bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigten Emissionen verursacht wird. Die lokale Hintergrundbelastung resultiert aus der Überlagerung von Schadstoffen aus überregionalem Ferntransport und aus Industrie, Hausbrand sowie anderen bei den Ausbreitungsrechnungen nicht berücksichtigten Schadstoffquellen. Es handelt sich um die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die explizit in den Ausbreitungsrechnungen einbezogenen Emissionen vorläge.

Zur Ableitung der Hintergrundbelastung werden i. d. R. Messdaten von lufthygienischen Messstationen im Einzugsbereich des Untersuchungsgebiets auf ihre Verwendbarkeit hin analysiert und bewertet. Das Landesamt für Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW) betreibt das Luftqualitätsüberwachungssystem des Landes Nordrhein-Westfalen. An den Stationen werden kontinuierlich u. a. die bodennahen Konzentrationen von Luftschadstoffen gemessen. Die Messdaten werden in Jahres- und Monatsberichten sowie als (vorläufige, nicht abschließend validierte) Stundendaten veröffentlicht [7].

Die Daten der letzten drei Kalenderjahre für die, 3 km südlich des Untersuchungsgebiet gelegene, Hintergrundmessstation Münster-Geist (MSGE) sind in Tabelle 8 dargestellt. Darüber hinaus wurde im Rahmen der messtechnischen Evaluierung von Tempo 30 ein NO₂-Hintergrundmesspunkt innerhalb des Untersuchungsgebiets installiert (MP 4, Abbildung 4) [11]. Diese Daten sind neben der Auswertung der Messdaten der Station MSGE für den konkreten Messzeitraum vom September 2018 bis August 2019 ebenfalls in der Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8. NO₂-Messdaten der LANUV Messstation MSGE als EU-Jahreskenngrößen [7] sowie Mittelwerte für den 12-monatigen Projektzeitraum an der Station MSGE sowie am Messpunkt MP 4 [7], [11].

EU-Jahreskenngrößen Zeitraum	Messzeitraum (30.08.18 - 29.08 19)	
	MSGE ¹⁾ [µg/m ³]	MSGE ²⁾ MP 4 [µg/m ³]
2016	20	
2017	19	17 19
2018	18	

¹⁾ LANUV NRW: EU-Kenngrößen 2016 - 2018

²⁾ LANUV NRW: Kontinuierliche NO₂-Messdaten, nicht abschließend validiert

Die Konzentration am Messpunkt MP 4 von 19 µg/m³ NO₂ im Mittel über 12 Monate bewegt sich plausibel auf einem Niveau der Konzentrationen aus den letzten Kalenderjahren an der Station MSGE. Der Messpunkt MP 4 ist zudem sowohl zeitlich als auch räumlich repräsentativ für das Untersuchungsgebiet der durchgeführten NO₂-Immissionsprognosen.

Bei den Immissionsprognosen wurden auf dieser Grundlage der folgende Jahresmittelwert als NO₂-Hintergrundbelastung angesetzt:

- 19 µg/m³ NO₂

5 Ergebnisse der Immissionsprognosen

5.1 Allgemeines

Mit WinMISKAM [22] wurden unter Berücksichtigung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen (Kapitel 4.3), der Bebauung (Kapitel 4.4) und der meteorologischen Daten (Kapitel 4.6) die Immissionszusatzbelastungen flächenhaft ermittelt und mit der Hintergrundbelastung (Kapitel 4.7) überlagert. Als Ergebnisse der Berechnungen liegen die prognostizierten Gesamtbelastungen für den Luftschadstoff NO₂ vor.

5.2 Qualitätssicherung der Immissionsprognose

Gemäß der 39. BImSchV [12] Anlage 1 ist als Datenqualitätsziel bei Modellrechnungen für den NO₂-Jahresmittelwert eine maximale Abweichung von 30 % zum Messwert bezogen auf den Grenzwert von 40 µg/m³ zulässig.

In dem untersuchten Straßenzug der L843 wurden NO₂-Messungen an insgesamt vier Messpunkten über einen Zeitraum von 13 Monaten durchgeführt [11]. Die tabellarischen Ergebnisse der Messungen sind in Anhang C dargestellt und werden im Messbericht und in den Zwischenberichten ausführlich erläutert [11].

Die Messpunkte MP 1 bis MP 3 wurden von Müller-BBM, der Messpunkt VMSB (Münster-Bült) wird vom LANUV NRW betrieben. Die Beurteilung von NO₂-Immissionen erfolgt i. d. R. auf Jahresbasis, deshalb wurden für die folgende Gegenüberstellung von Immissionsprognose und Immissionsmessung die ersten 12 Monate der Messung herangezogen (Messzeitraum 30.08.2018 bis 29.08.2019). Die Monatskenngrößen wurden hierbei zu einem Jahresmittelwert verdichtet.

Der Messzeitraum besteht aus 5 Monaten mit der Bestandssituation bei Tempo 50 (30.08.2018 bis 31.01.2019) und 7 Monaten mit Tempo 30 (01.02.2019 bis 29.08.2019). Um die Ergebnisse der Prognosen mit den Jahresmittelwerten der Messung vergleichen zu können, wurden die Immissionsprognosen für Tempo 50 und Tempo 30 an den jeweiligen Messpunkten über das vertikale Intervall von 1,8 m bis 2,4 m Höhe über dem Erdboden ausgewertet. Dieses vertikale Höhenintervall ist repräsentativ für die tatsächlich realisierten Messhöhen. Aus den prognostizierten NO₂-Konzentrationen für Tempo 50 und Tempo 30 an den Messpunkten wurde, auf Basis der Aufteilung mit 5 Monaten Tempo 50 und 7 Monaten Tempo 30, ein aggregierter Jahresmittelwert gebildet und in der Tabelle 9 den tatsächlichen Messungen gegenübergestellt.

Tabelle 9. Gegenüberstellung der Immissionsprognose für NO₂ (aggregierter Mittelwert aus Prognose Tempo 50 und Tempo 30) mit den gemessenen Jahresmittelwerten im Messzeitraum vom 30.08.18 bis 29.08.19 [11].

NO ₂ - Messpunkt	Prognose	Messungen	Differenz Prognose zu Messung
	T50/T30 in µg/m ³	2018/2019 in µg/m ³	in % bezogen auf den Grenzwert von 40 µg/m ³
MP 1	34	34	-1%
MP 2	33	34	-4%
MP 3	32	34	-5%
VMSB *	30	34	-8%

* monatliche Beprobungszeiträume weichen von den Messpunkten MP1 bis MP3 ab

Die Datenqualitätsziele für die Modellrechnung werden mit einer Abweichung von 1 % am Messpunkt MP 1 bis 8 % am Messpunkt VMSB sicher eingehalten. Die höhere Abweichung am Messpunkt VMSB kann teilweise auf die abweichenden Messzeiträume gegenüber den Messpunkten MP 1 bis MP 3 sowie einen Ausfall von 20 Tagen zurückgeführt werden. Das Modell zur Immissionsprognose kann an allen Straßenquerschnitten in seiner Konfiguration als valide betrachtet werden.

5.3 Flächenhafte Immissionsdarstellung

In den folgenden Abbildungen sind die für das Niveau in 1,5 m über Flur (bodennah) ermittelten Immissionen grafisch dargestellt. Die Immissionen in höheren Luftschichten sind geringer, da die Schadstoffe in Bodennähe emittiert werden und der Abstand zur Emissionsquelle sowie die Windgeschwindigkeit bzw. die Turbulenz mit der Höhe zunimmt. Für jeden der vier Straßenabschnitte sind sowohl die prognostizierten Immissionen für Tempo 50 als auch für Tempo 30 dargestellt.

Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Flächen, deren jeweilige Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Die Intervalle reichen von Werten wenig über der Hintergrundbelastung (blau) bis zu Werten im Bereich der Grenzwerte (rot bis lila). Die Lage der Messpunkte an den Straßenquerschnitten ist in den jeweiligen Abbildungen markiert.

Am unmittelbaren Fahrbahnrand ist eine deutlich erhöhte NO₂-Belastung an allen Straßenquerschnitten erkennbar. Sowohl bei Tempo 50 als auch bei Tempo 30 wird aber an sämtlichen beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden der Grenzwert von 40 µg/m³ NO₂ im Jahresmittel unterschritten. In den anliegenden Nebenstraßen sowie auf Freiflächen und hinter der ersten Bebauungsreihe sind die NO₂-Belastungen deutlich geringer und maximal leicht erhöht gegenüber der Hintergrundbelastung.

Im Vergleich der prognostizierten Jahresmittelwerte zwischen Tempo 50 und Tempo 30 lassen sich anhand der grafischen Auswertung teilweise niedrigere NO₂-Konzentrationen bei Tempo 30 feststellen. Eine punktuelle Auswertung erfolgt im folgenden Kapitel.

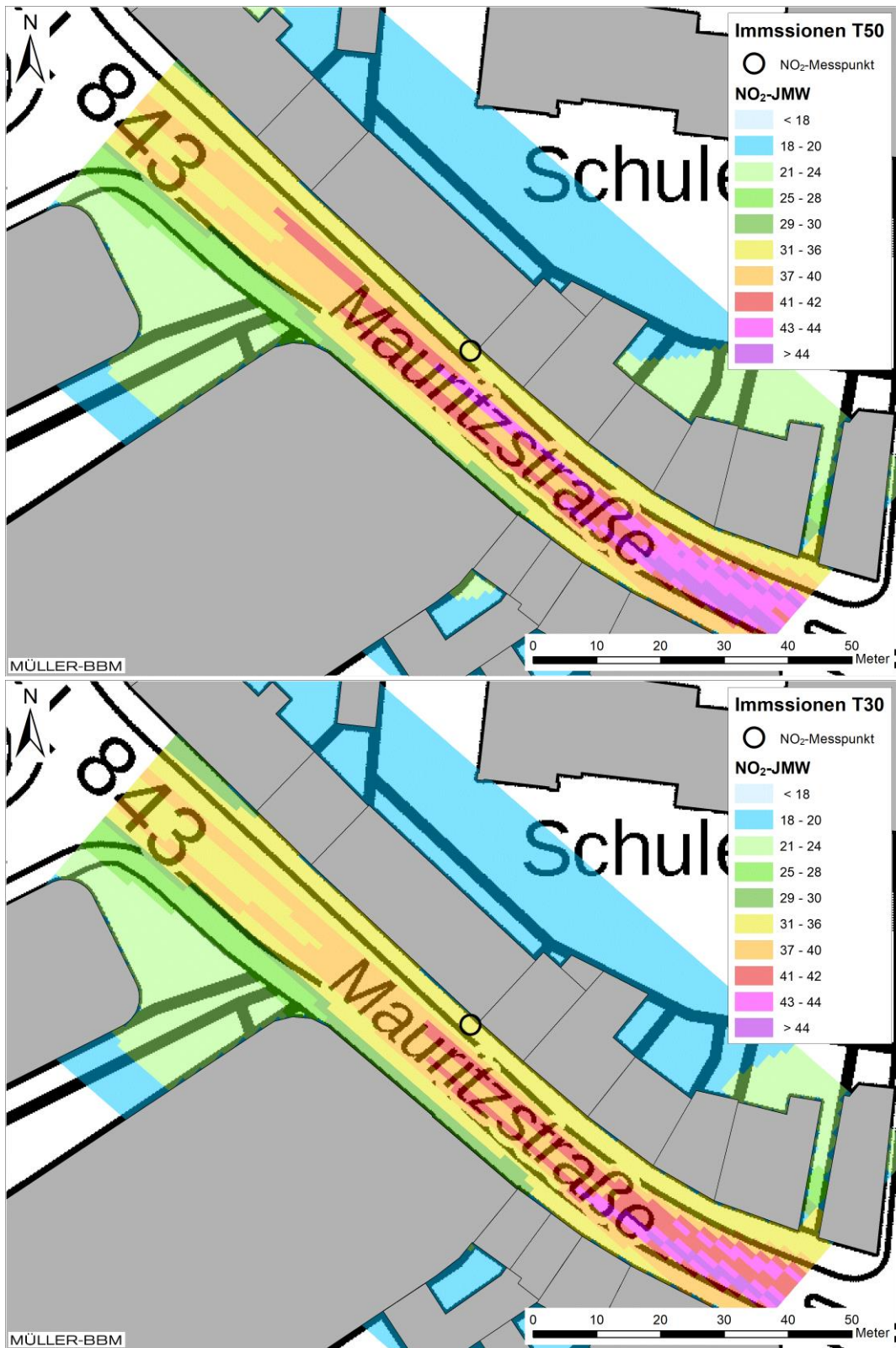


Abbildung 6. Straßenquerschnitt Mauritzstraße – NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) bodennah für Tempo 50 oben und Tempo 30 unten [6], [19].

\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M\145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020



Abbildung 7. Straßenquerschnitt Bült – NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) bodennah für Tempo 50 oben und Tempo 30 unten [6], [19].

\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M\145096\M\145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020

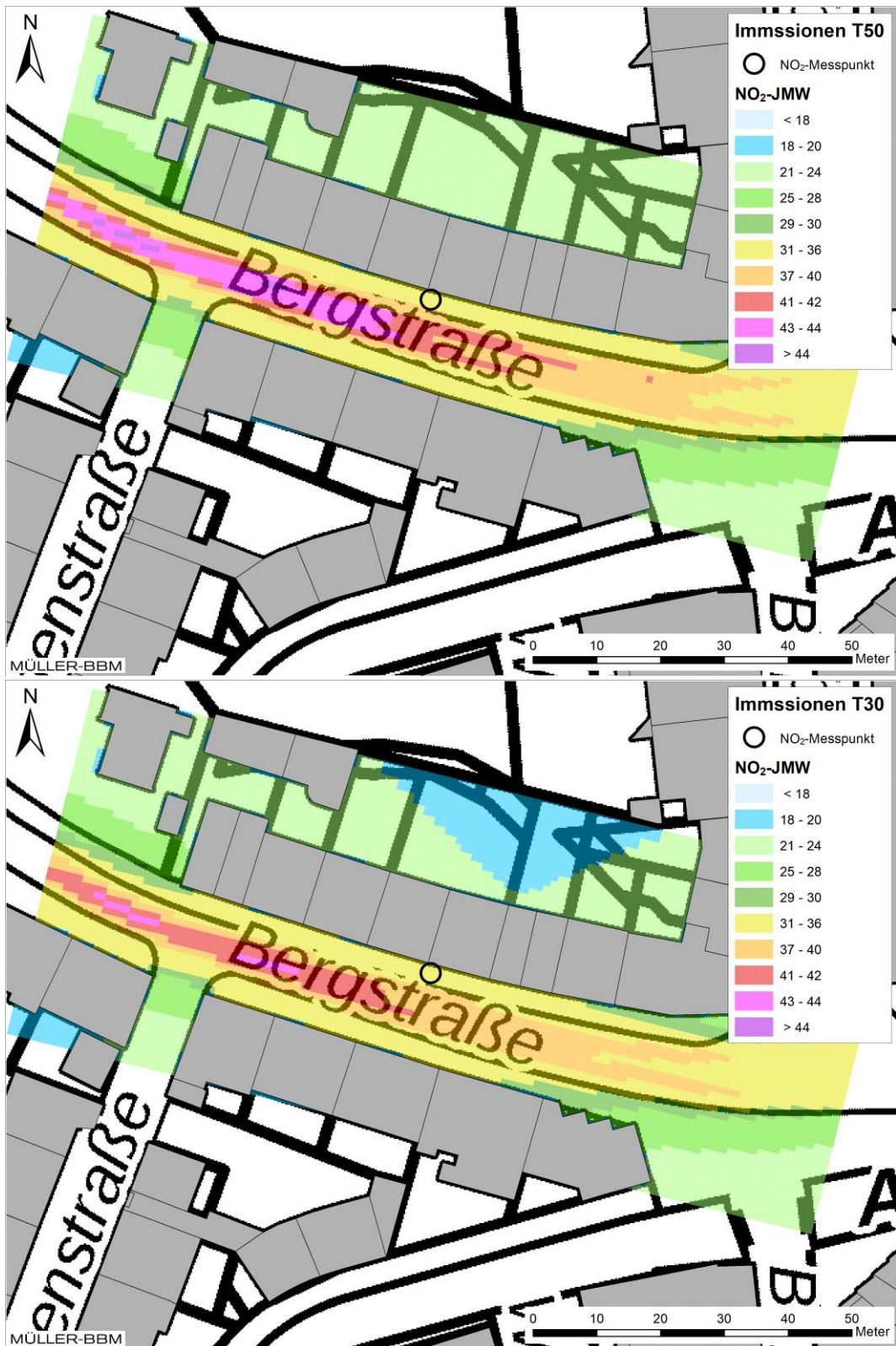


Abbildung 8. Straßenquerschnitt Bergstraße – NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) bodennah für Tempo 50 oben und Tempo 30 unten [6], [19].

\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M\145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020

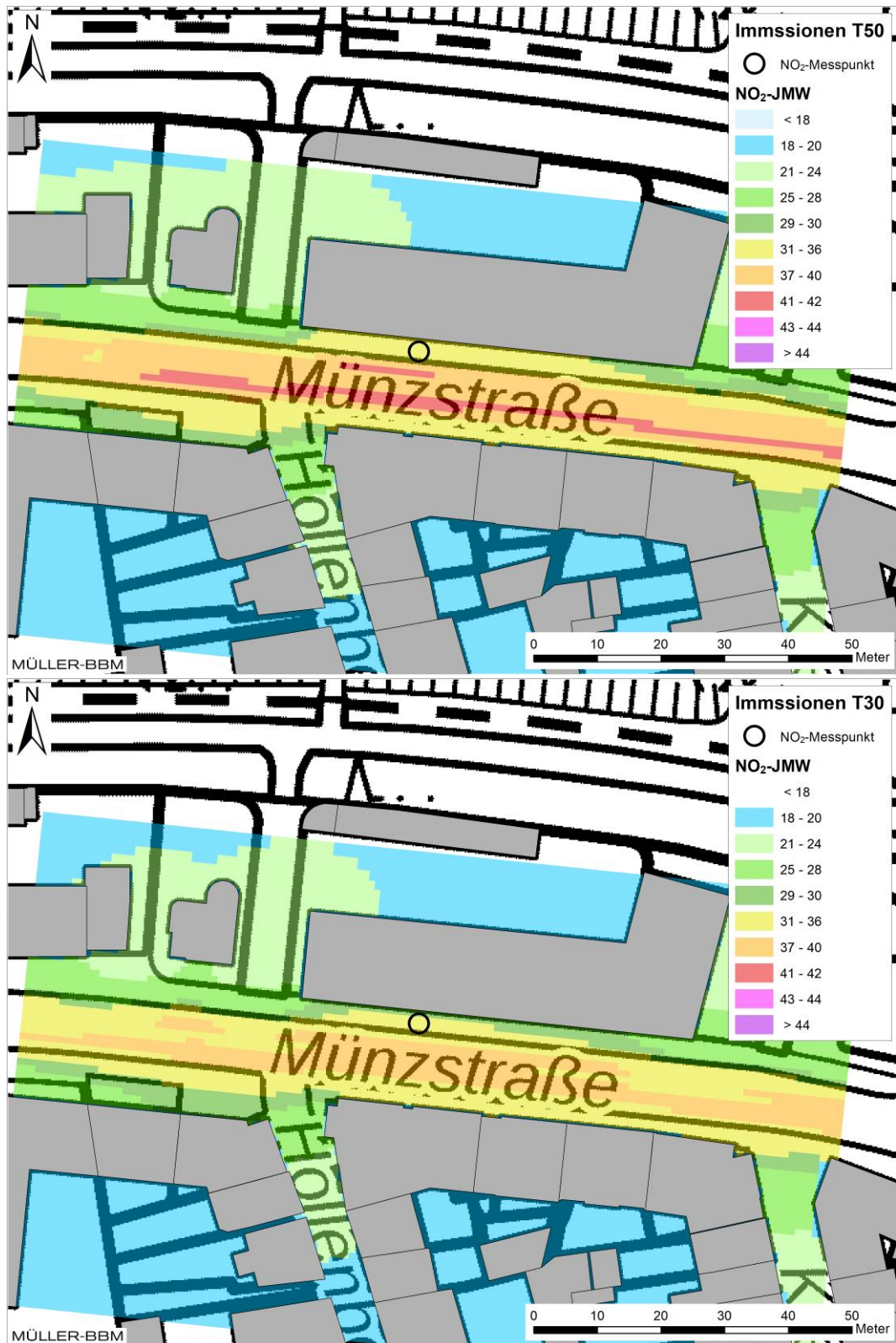


Abbildung 9. Straßenquerschnitt Münzstraße – NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) bodennah für Tempo 50 oben und Tempo 30 unten [6], [19].

\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M\145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020

5.4 Punktuelle Immissionsbeurteilung

Für die Beurteilung der punktuellen Schadstoffbelastung sowie eine vergleichende Betrachtung der Prognose für Tempo 50 und Tempo 30 wurden die bodennahen NO₂-Immissionen an jeweils einem Untersuchungspunkt ausgewertet. Die Untersuchungspunkte entsprechen dabei den Messpunkten der NO₂-Immissionsmessung und sind in der Abbildung 6 bis Abbildung 7 gekennzeichnet. Die für die ausgewählten Untersuchungspunkten ermittelten Immissionen sind in der Tabelle 10 aufgeführt.

Den durchgeführten NO₂-Prognosen bei Tempo 50 und Tempo 30 liegen an den jeweiligen Straßenquerschnitten die gleichen Verkehrszahlen (Kapitel 4.1), Fahrzeugflotten (Kapitel 4.3), Gebäudeumströmungen (Kapitel 4.4 und 4.5), meteorologischen Bedingungen (Kapitel 4.6) sowie die gleiche Hintergrundbelastung (Kapitel 4.7) zugrunde. Die Eingangsparameter unterscheiden sich nur bei den ermittelten Emissionsfaktoren (Kapitel 4.3) auf Basis der Messfahrten bei Tempo 50 und Tempo 30 (Kapitel 4.2). Eine Differenz der Prognosen für Tempo 30 und Tempo 50 kann somit als Indikator für einen möglichen Effekt der Maßnahme herangezogen werden, da außer den Fahrmustern sämtliche Eingangsparameter der Prognose für beide Szenarien identisch sind. Eine negative Differenz zeigt dabei eine Abnahme der NO₂-Konzentration bei Tempo 30 gegenüber Tempo 50 an. Die Differenzen wurden in Tabelle 10 zudem auf den Grenzwert von 40 µg/m³ gemäß 39. BImSchV normiert.

Tabelle 10. NO₂-Immissionen der Prognose Tempo 50 und Tempo 30 sowie als Differenz Tempo 30 – Tempo 50 an den ausgewählten Untersuchungspunkten (abweichend von den Vorgaben der 39. BImSchV werden die NO₂-Jahresmittelwerte mit einer Nachkommastelle angegeben).

Prognose	Tempo 50	Tempo 30	Δ Tempo 30 - Tempo 50	
Untersuchungspunkt	NO ₂ in [µg/m ³]	NO ₂ in [µg/m ³]	NO ₂ in [µg/m ³]	in % bezogen auf den Grenzwert von 40 µg/m ³
MP 1	34,6	33,4	-1,2	-3%
MP 2	34,0	32,5	-1,5	-4%
MP 3	33,3	31,7	-1,7	-4%
VMSB	31,0	30,6	-0,4	-1%

Die höchsten NO₂-Konzentrationen wurden sowohl für Tempo 50 als auch Tempo 30 am Untersuchungspunkt MP 1 an der Mauritzstraße und am Untersuchungspunkt MP 2 an der Bergstraße prognostiziert. Mit maximal 34,6 µg/m³ wird der Grenzwert von 40 µg/m³ eingehalten. Die geringsten Konzentrationen mit minimal 30,6 µg/m³ wurden bei Tempo 30 am Untersuchungspunkt VMSB am Bült ermittelt.

In der Betrachtung der Differenzen der Prognosen bei Tempo 30 und Tempo 50 lässt sich eine Konzentrationsabnahme bei Tempo 30 gegenüber Tempo 50 von $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ feststellen. Die größten Konzentrationsabnahmen wurden am Untersuchungspunkt MP 3 mit $-1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt. Die geringsten Konzentrationsabnahmen wurden am Untersuchungspunkt mit den geringsten prognostizierten Konzentrationen festgestellt (VMSB, $-0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Das NO_2 -Reduktionspotenzial beträgt normiert auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ insgesamt 1 % bis 4 %.

5.5 Fazit und Methodenkritik

Anhand von Immissionsprognosen kann ein positiver lufthygienischer Effekt auf die NO_2 -Immissionsbelastung bei Einführung von Tempo 30 auf der L843 nachgewiesen werden. Der Minderungseffekt von $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. 1 % bis 4 % normiert auf den Grenzwert kann insgesamt als gering bis moderat eingestuft werden. Außerhalb von den konstanten Modellbedingungen wie sie Immissionsprognosen bieten, wird der Nachweis eines positiven lufthygienischen Effekts nur schwer möglich sein, da insbesondere witterungsbedingte Einflüsse einen größeren Einfluss haben können als der prognostizierte Minderungseffekt und die Überlagerung der Effekte den Minderungseffekt überdecken wird.

Der NO_2 -Minderungseffekt ist unmittelbar an die Qualität und Repräsentativität der aufgezeichneten Fahrtzyklen gekoppelt. Trotz der hohen Anzahl von insgesamt 140 Fahrtzyklen, auf Basis derer die Emissionsfaktoren bestimmt wurden, ist davon auszugehen, dass diese Eingangsgröße mit einer erhöhten Modellunsicherheit behaftet ist. Um die Validität der Daten an dieser Stelle zu erhöhen, wäre eine deutlich höhere Anzahl von Fahrtzyklen zu allen Jahres-, Wochen- und Tageszeiten sowie mit verschiedenen Fahrzeugkategorien erforderlich gewesen.

Seit September 2019 ist die neue Version 4.1 des HBEFA [5] verfügbar, die bei den PHEM-Berechnungen und somit in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt werden konnte. Die NO_x -Emissionsfaktoren nach HBEFA 4.1 sind höher als nach HBEFA 3.3.

Die absolute Höhe der Emissionsfaktoren und der daraus resultierenden Immissionen spielen jedoch für die Evaluierung der Maßnahme Tempo 30 nicht die tragende Rolle, da die Evaluierung in der vorliegenden Untersuchung über die Differenzenbetrachtung zwischen Tempo 30 und Tempo 50 erfolgt.

6 Grundlagen, verwendete Literatur

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

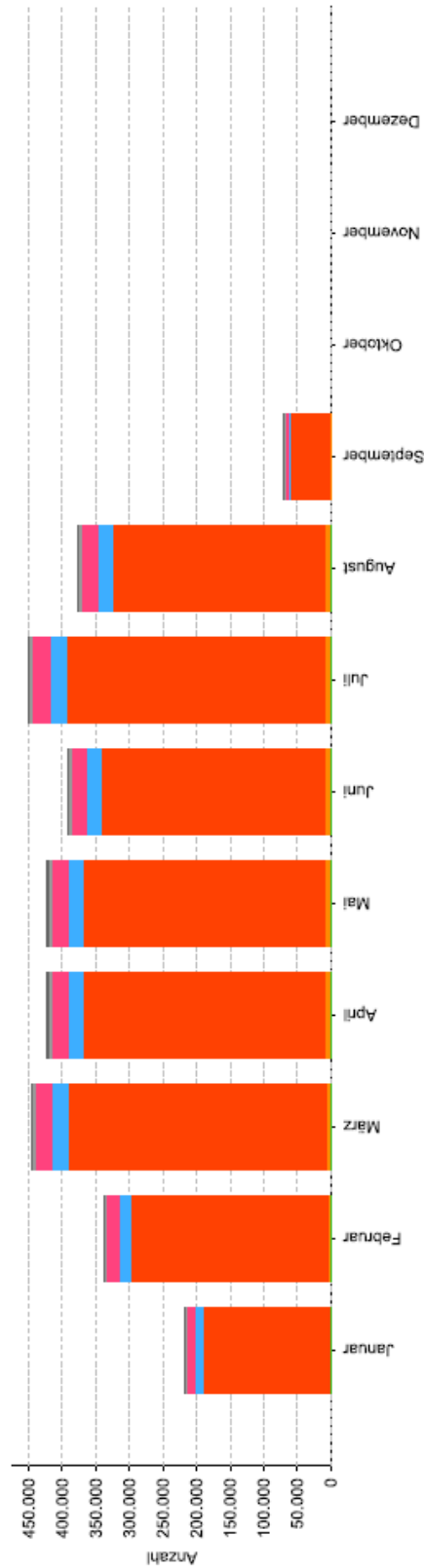
- [1] Bächlin, W., Böisinger, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April 2006
- [2] Brilon, Bondizo, Weiser (2015): Verkehrserhebung Bült – Kurzbericht, Oktober 2015
- [3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24.07.2002, (GMBl. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605)
- [4] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 3.3, 24.04.2017, Update vom 02.05.2017, INFRAS Bern/Zürich, www.hbefa.net.
- [5] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 4.1, September 2019, INFRAS Bern/Zürich, www.hbefa.net
- [6] Land NRW (2019): Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
- [7] LANUV NRW (2017, 2018, 2019) EU-Jahreskenngößen der Jahre 2016, 2017 und 2018 und kontinuierliche NO₂-Messdaten 2018/2019, online unter <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen> (abgerufen am 25.09.2019)
- [8] LANUV NRW (2019): Kfz-Zulassungsstatistik des Kraftfahrtbundesamt für die Stadt Münster, per E-Mail übermittelt am 10.09.2019
- [9] LUA NRW Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de
- [10] MISKAM 6.3 64bit (Stand: 29.07.2014) mit dynamischer Speicherallocierung, Eichhorn J., Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz
- [11] Müller-BBM (2019): Stickstoffdioxid (NO₂)-Messungen in Münster – Vorläufige Zwischenergebnisse. Notiz Nr. M145259/01, Version 01 bis 07, zuletzt vom 07.10.2019. Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen
- [12] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen – 39. BImSchV) vom 02.08.2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 10.10.2016 (BGBl. I S. 2244)
- [13] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie – Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Entwurf September 2018

- [14] Richtlinie VDI 3783 Blatt 14: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, August 2013
- [15] Richtlinie VDI 3783 Blatt 9: Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017
- [16] Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218
- [17] Stadt Münster (o. J.): Immissionsschutz – Maßnahme Tempo 30, online unter: <https://www.stadt-muenster.de/umwelt/immissionsschutz/laerm/massnahme-tempo-30.html> (abgerufen am 25.09.2019)
- [18] Stadt Münster (2019): Verkehrsdaten 2018/2019 für 10 LSA/Zählschleifen auf der L843 per E-Mail zugestellt (zuletzt vom 06.09.2019)
- [19] Stadt Münster (2018): CityGML-Kacheln vom Land NRW, per E-Mail übermittelt am 06.09.2018
- [20] Stadtwerke Münster (2019): Fahrplandaten und Schadstoffklassen der Busflotte der Stadtwerke Münster für 2018/2019, per E-Mail übermittelt am 30.07.2019
- [21] TU Graz: Modell PHEM - Passenger car and Heavy duty Emission Model, Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH, Mai 2019
- [22] WinMiskam Version 2018.5.6.2 (09.04.2019) mit MISKAM, Version 6.3 (Juli 2014); Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG und Dr. J. Eichhorn, Mainz
- [23] WWU Münster, AG Klimatologie (2019): Meteorologische Messdaten der Station auf dem Dach des GEO1 Gebäudes in der Heisenbergstraße 2 für die Jahre 2015 bis 2019, per E-Mail übermittelt am 05.09.2019

Anhang A
Verkehrszahlen

\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M\145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020

Jahressummenauswertung Zählstelle: Mauritzstraße zwischen Wevelinghofergasse und Mauritzstraße



2019	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Gesamt
Gezählte Tage	16	23	30	30	29	29	30	28	5				220
Sattelschlepper	1.012	1.606	2.036	1.947	2.028	1.755	2.163	1.717	361				14.625
KRad	1.299	3.002	3.888	6.220	6.265	7.832	8.105	6.814	1.094				44.519
PKW	188.970	292.671	386.124	361.225	360.551	332.155	382.475	317.226	58.454				2.679.851
PKW + Anh.	423	820	1.186	1.194	1.202	1.292	1.649	1.316	220				9.302
Bus	11.049	16.572	21.901	21.246	21.734	21.257	23.245	21.384	3.803				182.191
Lieferwagen	11.536	19.545	25.433	24.250	24.701	22.703	26.899	22.858	4.554				182.469
LKW	2.082	3.418	4.317	4.442	4.374	3.935	5.092	4.405	839				32.904
LKW + Anh.	397	1.007	1.265	1.490	1.554	1.305	1.659	1.315	267				10.259
Gesamt	218.768	338.641	446.150	422.014	422.409	392.234	451.277	377.035	69.562				3.136.120

Abbildung 10. Beispielhafte Verkehrsdaten der Zähl Schleife auf Höhe der Wevelinghofergasse (zur Verfügung gestellt am 06.09.2019) [18].

Anhang B

Fahrtzyklus

\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M\145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020

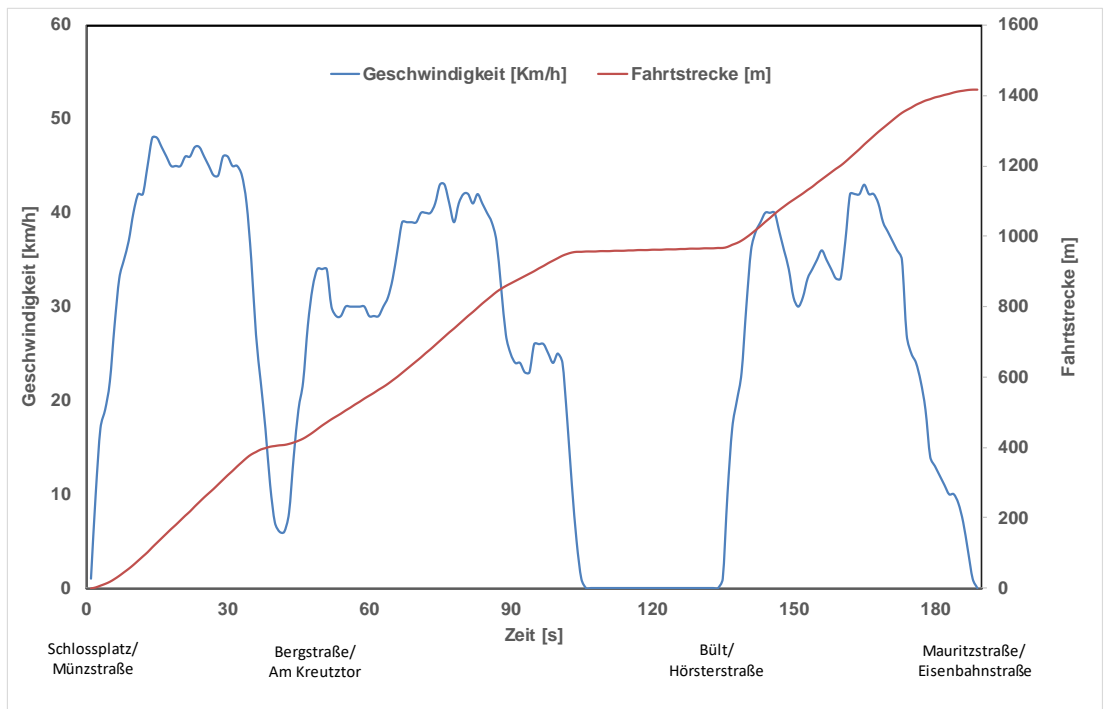


Abbildung 11. Fahrprofil von der Münzstraße in Richtung Mauritzstraße vom 13.12.2018 um 13:00 Uhr (Tempo 50).

Anhang C

Stickstoffdioxid (NO₂) Messwerte

\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15.04.2020

Tabelle 11. Mittlere NO₂-Konzentrationen an den Messpunkten MP 01 bis MP 04 für den Messzeitraum 30.08.2018 bis 30.09.2019 sowie der LANUV-Stationen VMS2, VMSB, MSGE und VMSS2 des LANUV NRW für die jeweils in 2018/2019 verfügbaren Zeiträume.

Stickstoffdioxid NO ₂			MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	VMS2 ²⁾	VMSB ³⁾	MSGE ²⁾	VMSS2 ³⁾	Beurteilungswert	
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	Quelle
Mittelwert 2018			36	36	37	23	35⁴⁾	34⁴⁾	18⁴⁾	33⁴⁾	40	¹⁾
Mittelwert Sep 18 - Dez 18			36	36	37	23	37	35	22	35		
Jan 18	01.01.18	- 01.02.18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	35	39	22	35		
Feb 18	01.02.18	- 01.03.18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	38	40	25	35		
Mrz 18	01.03.18	- 01.04.18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	35	34	18	32		
Apr 18	01.04.18	- 01.05.18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	37	34	19	34		
Mai 18	01.05.18	- 01.06.18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	27	26	11	24		
Jun 18	01.06.18	- 01.07.18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	31	29	10	25		
Jul 18	01.07.18	- 01.08.18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	32	28	10	28		
Aug 18	01.08.18	- 30.08.18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	33	36	13	34		
Sep 18	30.08.18	- 28.09.18	39	42	40	21	41	39	21	37		
Okt 18	28.09.18	- 30.10.18	41	39	40	24	40	37	22	40		
Nov 18	30.10.18	- 29.11.18	34	34	33	25	33	31	23	30		
Dez 18	29.11.18	- 01.01.19	30	31	34	23	33	34	20	32		
Mittelwert 2019			33	33	32	17	33	34	15	n.a.	40	¹⁾
Jan 19	01.01.19	- 31.01.19	37	37	38	24	35	36	22	n.a.		
Feb 19	31.01.19	- 02.03.19	48	50	47	35	48	43	30	n.a.		
Mrz 19	02.03.19	- 01.04.19	29	30	31	15	33	37	15	n.a.		
Apr 19	01.04.19	- 30.04.19	38	34	30	12	26	27	10	n.a.		
Mai 19	30.04.19	- 31.05.19	28	30	30	12	30	30	10	n.a.		
Jun 19	31.05.19	- 02.07.19	29	27	26	11	27	31	10	n.a.		
Jul 19	02.07.19	- 31.07.19	30	28	29	11	28	n.a.	10	n.a.		
Aug 19	31.07.19	- 29.08.19	31	30	31	14	33	n.a.	12	n.a.		
Sep 19	29.08.19	- 28.09.18	31	32	31	16	33	n.a.	14	n.a.		
Okt 19	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
Nov 19	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
Dez 19	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
Mittelwert 30.08.18 - 29.08.19			34	34	34	19	34	34	17	35		
MW T50 30.08.18 - 31.01.19			36	37	37	23	36	35	22	35		
MW T30 31.01.19 - 29.08.19			33	33	32	16	32	33	14	n.a.		

¹⁾ Immissionsgrenzwert gem. 39. BImSchV (Jahresmittelwert - Kalenderjahr)

²⁾ Quelle: www.lanuv.nrw.de - Monatsberichte (bis 07/2019) bzw. Einzelwerte kontinuierlicher Messungen (Referenzverfahren, nicht abschließend validiert)

³⁾ Quelle: www.lanuv.nrw.de - Diskontinuierliche Immissionsuntersuchungen (Passivsammler, für 2019 nicht abschließend validiert)

Beprobungszeiträume der Einzelmonate in Orientierung an Kalendermonate, jedoch nicht identisch zu den hier realisierten Messungen, i. d. R. ca. 30 Tage

⁴⁾ Quelle: www.lanuv.nrw.de - EU-Jahreskenngößen 2018, Stand 08.04.2019 (abschließend validiert)

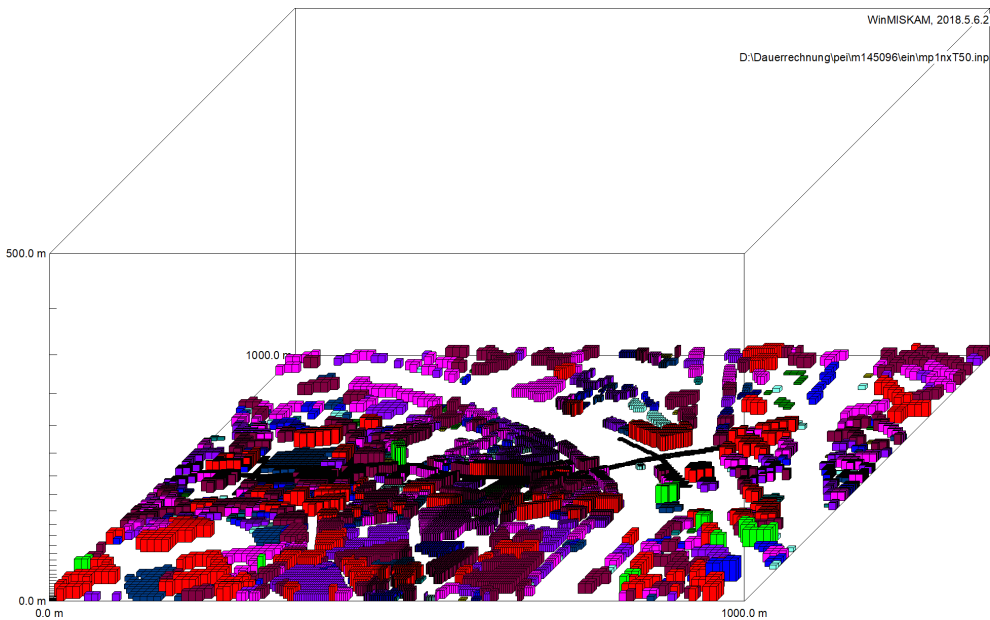
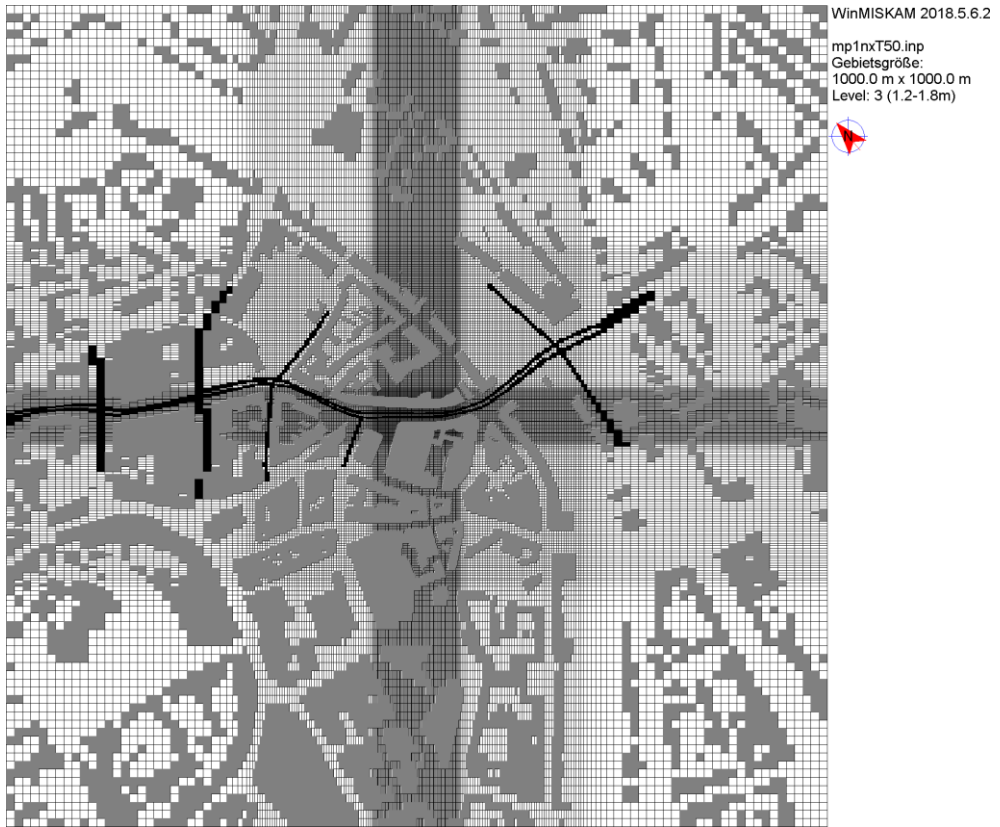
n.a. - nicht auswertbar bzw. Daten liegen noch nicht vor; grau formatierte Monate sind keine Messzeiträume an den MP 1 bis MP 4 (informativ dargestellt)

Anhang D

MISKAM Rechengitter

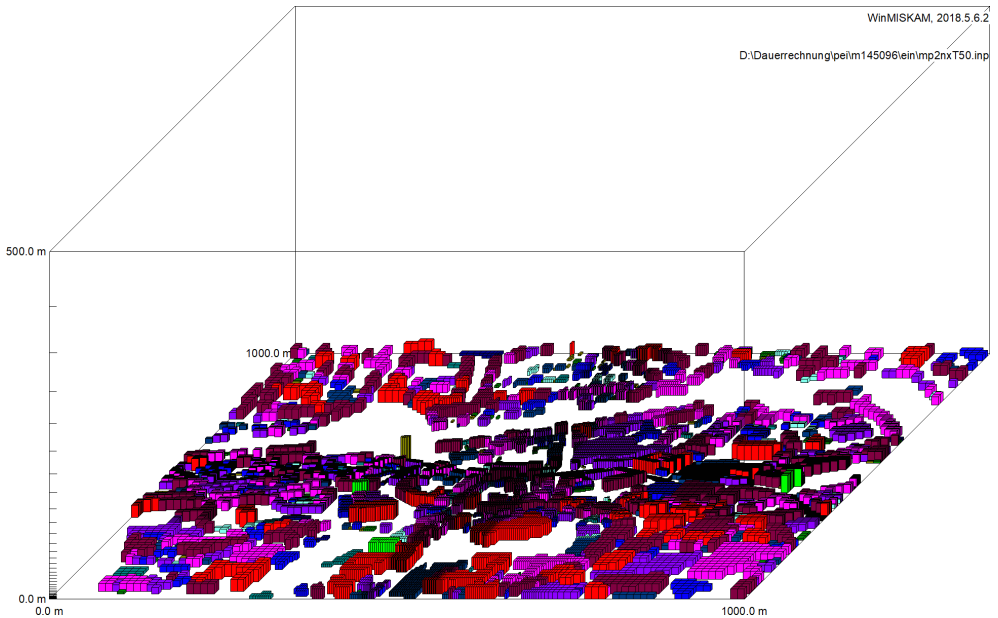
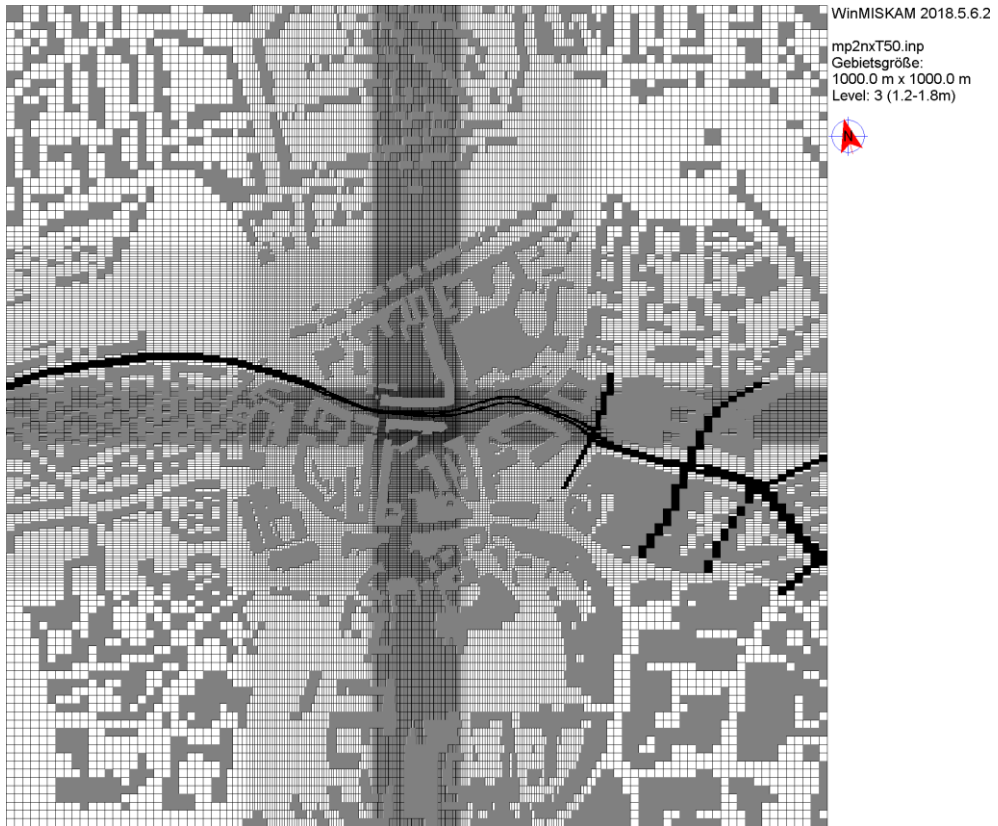
\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020

Mauritzstraße – MP 1



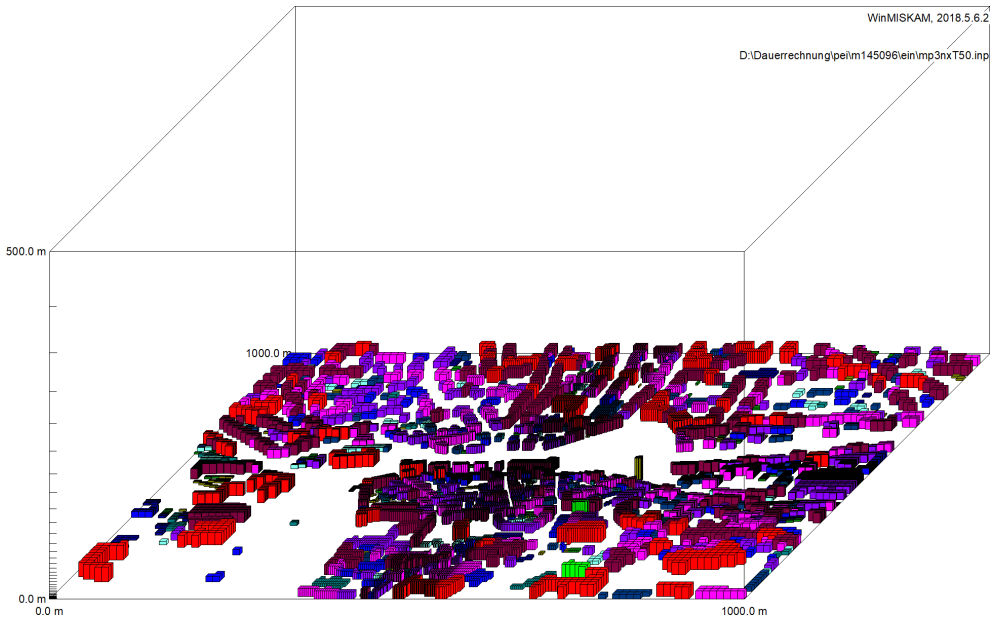
\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\M\PROJ\145\M145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020

Bergstraße – MP 2



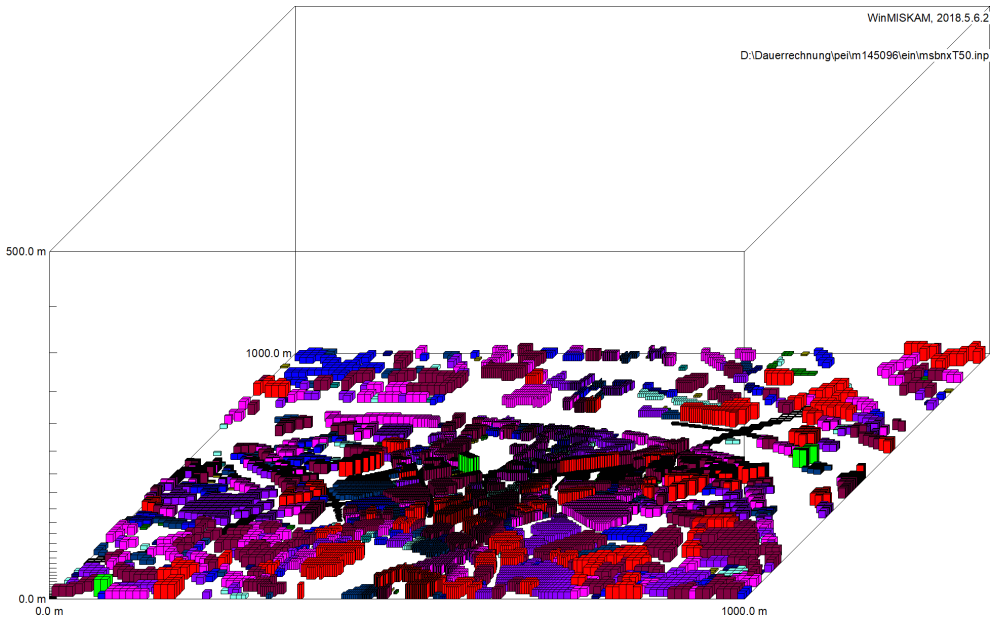
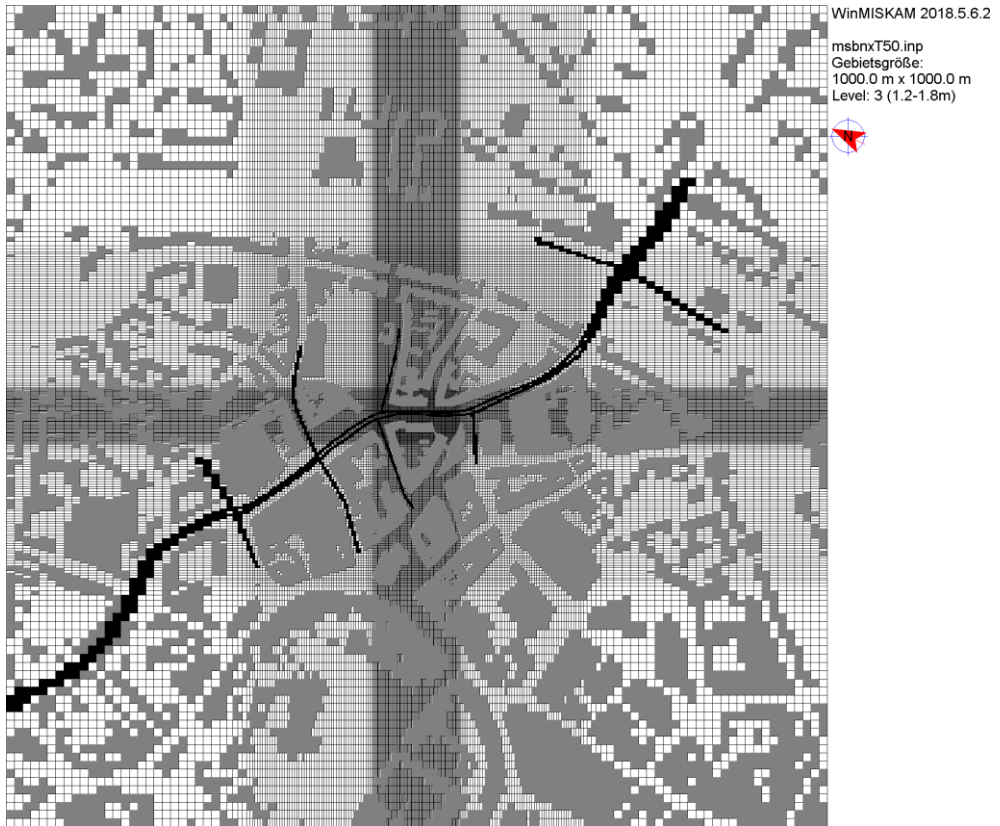
\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\M\PROJ\145\M\145096\M\145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020

Münzstraße MP 3



\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020

Bült – VMSB



\\S-KAR-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\145\M145096\M145096_01_BER_1D.DOCX:15. 04. 2020