Lohmeyer

NO_2 AN HAUPVERKEHRSSTRASSEN, FORTSCHREIBUNG NÜRNBERG

Auftraggeber:

Stadt Nürnberg
Verkehrsplanungsamt
Lorenzer Straße 30
90402 Nürnberg

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Karlsruhe

Dipl.-Geogr. T. Nagel
Dr. rer. nat. R. Hagemann

Dr.-Ing. Th. Flassak

September 2022
Projekt 20628-22-01
Berichtsumfang 52 Seiten

Niederlassung Karlsruhe: An der Rossweid 15, 76229 Karlsruhe, Tel.: +49 (0) 721 / 62510-0, E-Mail: info.ka@lohmeyer.de
Niederlassung Dresden: Friedrichstraße 24, 01067 Dresden, Tel.: +49 (0) 351 / 83914-0, E-Mail: info.dd@lohmeyer.de
Niederlassung Bochum: Wasserstraße 223, 44799 Bochum, Tel.: +49 (0) 234 / 516685-0, E-Mail: info.bo@lohmeyer.de

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN 1

1 ZUSAMMENFASSUNG 3

2 AUFGABENSTELLUNG 4

3 VORGEHENSWEISE 5

3.1 Berechnungsverfahren 5

4 EINGANGSDATEN 6

4.1 Verkehrsdaten 6

4.2 Meteorologische Daten 6

4.3 Schadstoffhintergrundbelastung 9

5 EMISSIONEN 12

5.1 Betrachtete Schadstoffe 12

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren 12

5.2.1 Lokale PKW-Flottenzusammensetzung 12

5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren 13

6 NO_2-IMMISSIONEN UND MASSNAHMENBETRACHTUNGEN 18

6.1 NO_2-Immissionen für den Bestand 2019 18

6.2 NO_2-Immissionen für den Prognosenullfall 2023 20

6.3 Maßnahmenbetrachtung straßennetzweit 24

7 QUELLEN 29

7.1 Literatur 29

7.2 Materialien und Unterlagen 31

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN 44

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION 48

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist µg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft (µg/m^3 oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in µg/m^3 oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z. B. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO_2-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98% der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

Feinstaub / PM10 / PM2.5

Mit Feinstaub bzw. PM10 / PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50% aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Für die Hauptverkehrsstraßen in Nürnberg erfolgte im Jahr 2018 für die Ausarbeitung „Masterplan für die Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität in Nürnberg, Wirkungsberechnungen“ (Lohmeyer, 2018) eine Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen und eine Immissionsberechnung für die Randbebauung auf der Grundlage damals aktueller Verkehrszahlen, Emissionsfaktoren und Luftmessdaten. Diese Immissionsberechnungen wurden unter Berücksichtigung aktualisierter Verkehrsdaten, Luftmessdaten und der aktuellen Emissionsdatenbank HBEFA4.2 erneuert.

Betrachtet werden der Bestand 2019, der Prognosenullfall 2023 sowie ein Maßnahmefall 2023. Die Auswertungen erfolgen für die Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen für den NO_2-Jahresmittelwert, für den nach 39. BImSchV ein Grenzwert von 40 µg/m³ zum Schutz der menschlichen Gesundheit besteht.

Entsprechend den NO_2-Berechnungen für das Hauptverkehrsstraßennetz von Nürnberg unter Berücksichtigung der Randbebauung sind an einigen Straßenabschnitten vergleichbare bzw. etwas höhere NO_2-Konzentrationen bezogen auf die Luftmessstationen abgeleitet. Vereinzelt werden an der Randbebauung von stark frequentierten Straßenabschnitten NO_2-Konzentrationen über 50 µg/m³ berechnet, so im Bereich des Frauentorgrabens.

Für den Prognosenullfall 2023 sind durchweg geringere NO_2-Konzentrationen an den Straßenabschnitten berechnet, jedoch ist nicht an allen Straßenabschnitten eine Konzentration unter 40 µg/m³ abgeleitet, so im Bereich des Frauentorgrabens mit NO_2-Jahresmittelwerten bis 44 µg/m³.

Für den Maßnahmefall 2023 sind gegenüber dem Prognosenullfall 2023 gewisse Minderungen der NO_2-Gesamtbelastungen abgeleitet, insbesondere im zentralen Bereich von Nürnberg. Konzentrationen über 40 µg/m³, dem Grenzwert für NO_2-Jahresmittelwerte, sind jedoch weiterhin vereinzelt am Frauentorgraben berechnet und unterscheiden sich nur gering vom Prognosenullfall.

2 AUFGABENSTELLUNG

Für die Hauptverkehrsstraßen in Nürnberg erfolgte im Jahr 2018 für die Ausarbeitung „Masterplan für die Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität in Nürnberg, Wirkungsberechnungen“ (Lohmeyer, 2018) eine Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen und eine Immissionsberechnung für die Randbebauung auf der Grundlage damals aktueller Verkehrszahlen, Emissionsfaktoren und Luftmessdaten. Diese Immissionsberechnungen sollen unter Berücksichtigung aktualisierter Verkehrsdaten, Luftmessdaten und der aktuellen Emissionsdatenbank HBEFA4.2 erneuert werden.

Weiter sollen mögliche Szenarien bzw. ein Maßnahmenpaket (siehe Anhang A1) mit gegebenenfalls erforderlichen Minderungszielen betrachtet werden. Die Ergebnisse sind mit grafischen NO_2-Immissionsdarstellungen aufzuzeigen.

3 VORGEHENSWEISE

Aus fachlicher Sicht steht die Ermittlung und Einschätzung der Minderung der NO_2-Konzentrationen und dementsprechend die Verringerung der verkehrsbedingten Stickoxidemissionen für vorgesehene Maßnahmen in Nürnberg im Vordergrund.

In der 39. BImSchV wird für den Schutz der menschlichen Gesundheit für NO_2-Immissionen der Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel genannt.

3.1 Berechnungsverfahren

Mit der vorangegangenen Betrachtung liegen für den Siedlungsbereich von Nürnberg digitale Daten für das Hauptverkehrsstraßennetz inklusive typisierter Randbebauung vor, mit denen das Straßennetzmodell PROKAS hinsichtlich der Emissions- und Immissionsberechnung betrieben werden kann. Für die angefragte Betrachtung werden die vorliegenden digitalen Verkehrsdaten der Stadtverwaltung Nürnberg für das Bezugsjahr 2019 übernommen und der Emissionsberechnung unter Berücksichtigung der aktuellen Emissionsdatenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) unter Anwendung einer lokalen Kfz-Flottenzusammensetzung für dieses Bezugsjahr zugeführt. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokal repräsentative Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und der typisierten Randbebauung werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) wird die statistische Immissionskenngröße NO_2-Jahresmittelwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Für das Untersuchungsgebiet wurden die Verkehrsdaten von der Stadtverwaltung Nürnberg als aktualisierte Verkehrsumlegung übergeben und auf das bestehende digitale Straßennetz inklusive Längsneigungsangaben der vorangegangenen Ausarbeitung übertragen.

Mit aktuell übergebenen Lagedaten der Gebäude und Gebäudehöhen für Nürnberg erfolgt eine Aktualisierung der vorliegenden Randbebauungstypisierung entlang den Hauptverkehrsstraßen.

Die Lage des Untersuchungsgebietes mit dem Straßennetz ist in **Abb. 4.1** aufgezeigt.

Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung.

4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden in Form ausgewerteter Zähldaten als Netzbelastungspläne zur Verfügung gestellt (Stadtverwaltung Nürnberg). Das sind für das Untersuchungsgebiet mit Umgebung Angaben der Verkehrsstärken (DTV) für das Jahr 2019 und des LKW-Anteils. Zudem wurden die Lage- und Frequentierungsdaten der Linienbusstrecken aus der vorangegangenen Ausarbeitung übernommen.

Die angesetzte Verkehrsstärke auf dem Hauptverkehrsstraßennetz ist in **Abb. 4.2** aufgezeigt.

4.2 Meteorologische Daten

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

Für das betrachtete Untersuchungsgebiet liegen Windmessdaten in der direkten Umgebung vor. Das sind die Messdaten der Station Nürnberg des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

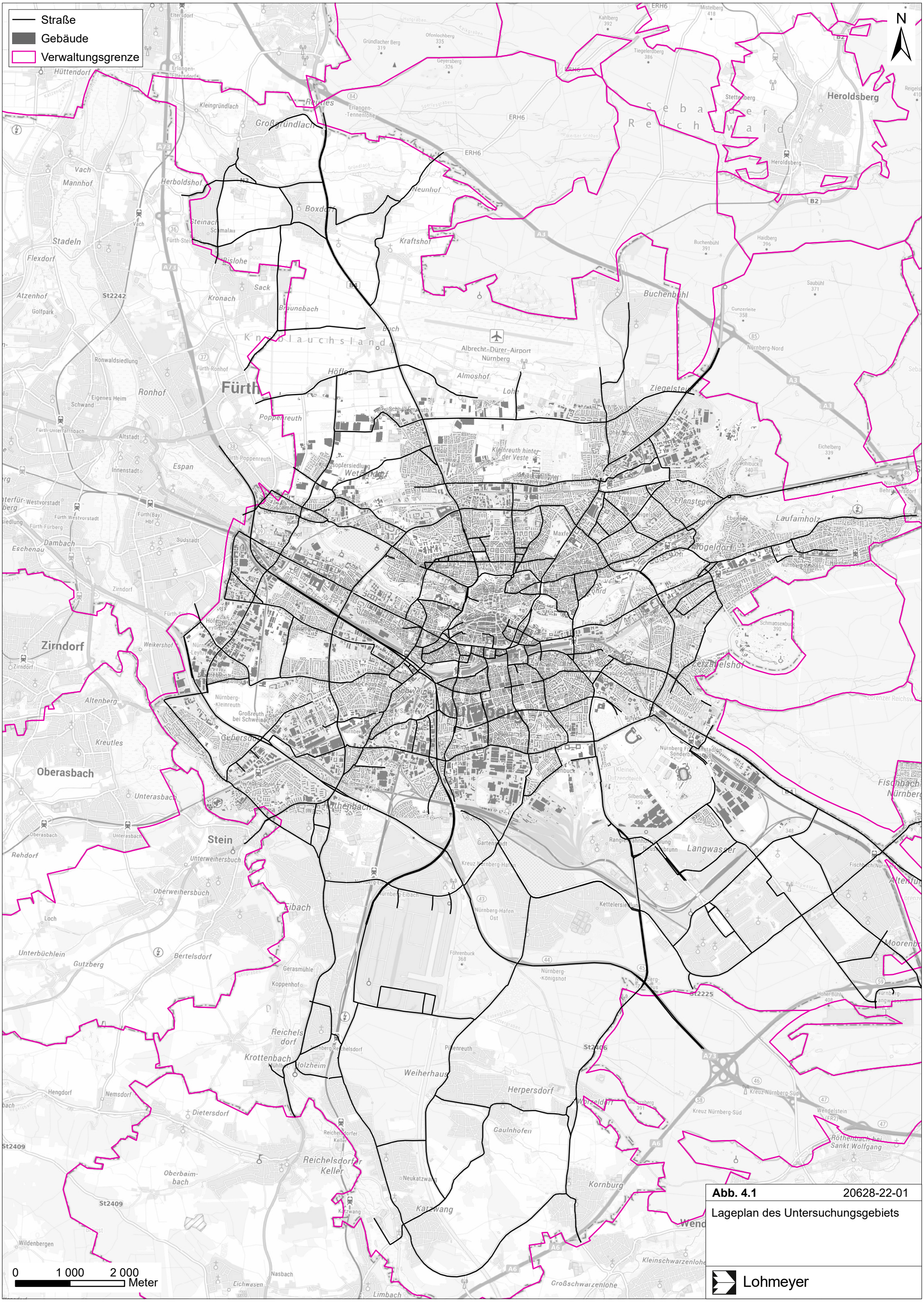


Abb. 4.1 20628-22-01

Lageplan des Untersuchungsgebiets

Lohmeyer

DTV in Kfz/24h

- ≤ 1000
- > 1000 - 2500
- > 2500 - 5000
- > 5000 - 10000
- > 10000 - 15000
- > 15000 - 20000
- > 20000 - 25000
- > 25000 - 30000
- > 30000 - 40000
- > 40000 - 50000
- > 50000 - 75000
- > 75000

N

0 1 000 2 000 Meter

Abb. 4.2 20628-22-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h auf dem berücksichtigten Straßennetz

Lohmeyer

In direkter Nachbarschaft ist eine Luftmessstation der Stadt Nürnberg gelegen, an der ebenfalls Windmessdaten erfasst werden, die vergleichbare Daten aufweisen.

An der Messstation bilden südwestliche, westliche bis nordwestliche Winde, die Hauptwindrichtung und Winde aus ostsüdöstlichen Richtungen ein Nebenmaximum (**Abb. 4.3**). Die mittlere Windgeschwindigkeit wurde in Messhöhe mit ca. 2.9 m/s erfasst.

Für das Untersuchungsgebiet werden die an der Station Nürnberg erfassten Winddaten unter Berücksichtigung der im Untersuchungsgebiet vorliegenden Rauigkeiten herangezogen.

4.3 Schadstoffhintergrundbelastung

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet auch ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Das Landesamt für Umwelt Bayern (LfU-Bayern) betreibt das Luftüberwachungssystem Bayern (LÜB) und das Referat für Umwelt und Gesundheit der Stadt Nürnberg misst Luftschadstoffe an einigen Messstandorten in Nürnberg. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LfU, 2008 – 2022, Stadt Nürnberg, 2011 – 2022).

Die vorliegenden Daten der dem Untersuchungsgebiet umliegenden Messstationen sind für den Schadstoff NO_2 auszugsweise in **Tab. 4.1** aufgeführt.

Aus den verfügbaren Messdaten in Nürnberg werden die Hintergrundbelastungswerte der **Tab. 4.2** für den NO_2-Jahresmittelwert abgeleitet. Bei der Ableitung wurde beachtet, dass im Untersuchungsgebiet die wesentlichen Beiträge der Hauptverkehrsstraßen in den Berechnungen berücksichtigt werden.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken.

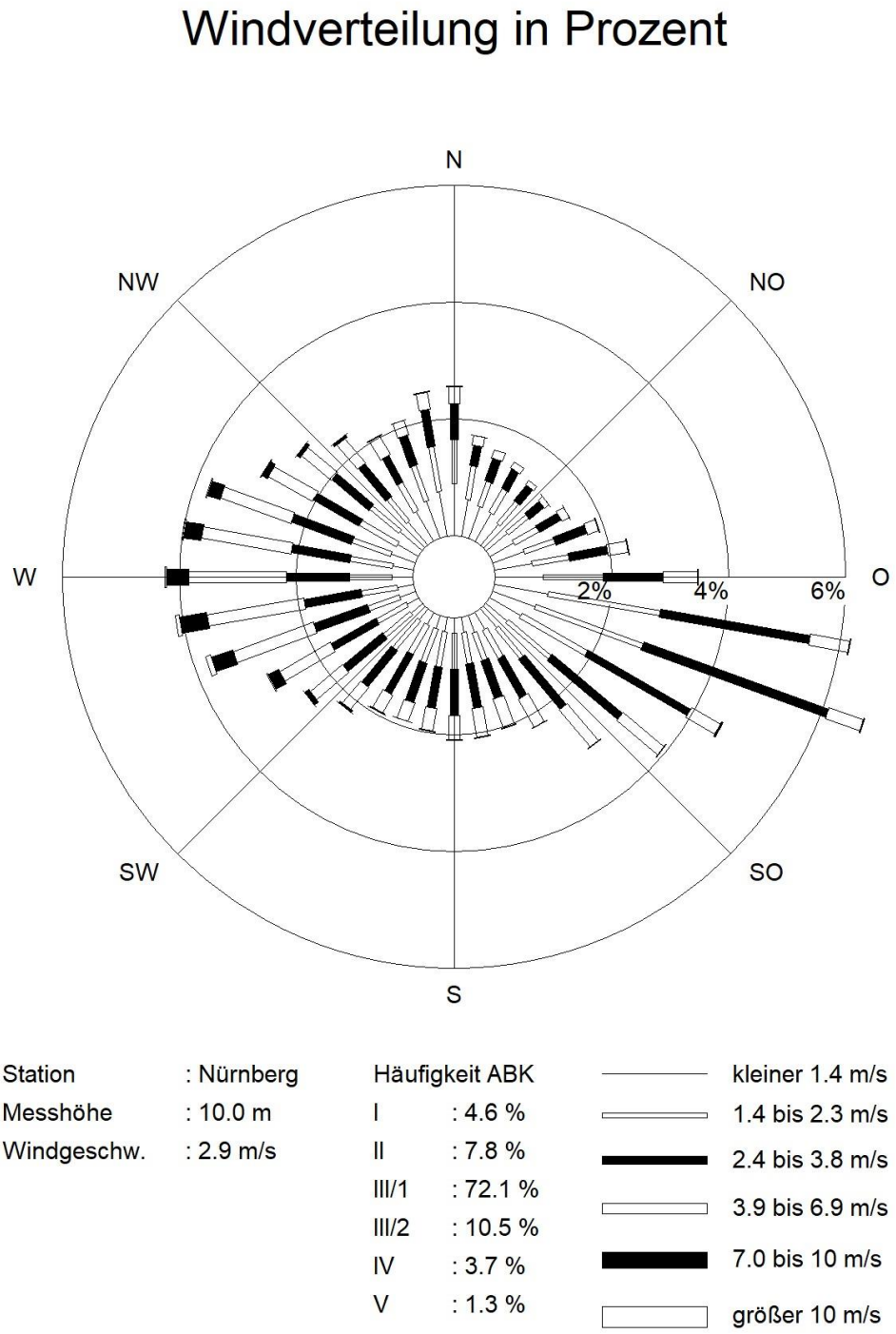


Abb. 4.3: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Messstation Nürnberg, Zeitraum 2008-2017 (Quelle: DWD)

Schadstoff-komponente	Jahr	Bahn-hof	Muggen-hof	Von-der-Tann-Straße	Jakobs-platz	Ziegelstein-straße	Flug-hafen	Franken-schnellweg
NO_2-Jahres-mittelwert	**2007**	40	34	53	34	35	22	-
	2008	37	34	55	35	36	24	-
	2009	38	29	53	30	37	20	-
	2010	40	25	50	34	34	20	-
	2011	37	29	49	33	30	18	-
	2012	35	29	46	32	-	21	-
	2013	35	27	47	31	-	20	-
	2014	35	28	49	30	-	19	-
	2015	36	29	48	30	-	20	-
	2016	35	28	46	30	-	18	-
	2017	34	29	43	29	-	18	-
	2018	35	27	46	28	-	18	-
	2019	32	25	40	27	-	17	-
	2020	27	23	36	24	-	16	28
	2021	26	23	33	22	-	14	27

Tab. 4.1: Messwerte an den Stationen in Nürnberg (Luftmessnetz Bayern, LfU und Messdaten Stadt Nürnberg).

Schadstoff	Hintergrundbelastung in µg/m³
NO_2-Jahresmittel	21

Tab. 4.2: Hintergrundbelastungswerte im Untersuchungsgebiet 2019/2023

Interpretationen der NO_2-Messdaten hinsichtlich möglicher Entwicklungen sind mit Vorsicht zu versehen, da im Jahr 2019 überdurchschnittlich günstige Ausbreitungsbedingungen vorlagen und die Jahre 2020 und 2021 außergewöhnliche Entwicklungen aufgrund intensiver Einschränkungen des öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens aufwiesen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung einer Reduktion der Hintergrundbelastung verzichtet.

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO_2 erreicht, weshalb für Nürnberg NO_2 betrachtet wird. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie PM10, Benzol, SO_2, CO, Blei, Feinstaub PM2.5 etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten in Nürnberg deutlich geringer und werden deshalb hier nicht betrachtet.

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die Pkw, die leichten Nutzfahrzeuge (lNfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2020) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschleppern, Bussen usw.

Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

5.2.1 Lokale PKW-Flottenzusammensetzung

Aus den Fahrzeugzulassungsstatistiken des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) wurde für das Jahr 2019 die gemeldete PKW-Flottenzusammensetzung für Nürnberg Stadt und Nürnberg Land ausgelesen. Nachdem mit einigen Kennzeichenerfassungen an Hauptverkehrsstraßen in Städten wie Düsseldorf und Köln im Rahmen der Luftreinhalteplanung festgestellt wurde, dass etwa die Hälfte der verkehrenden Fahrzeuge das entsprechende örtliche Kennzeichen aufwiesen, wird ein beträchtlicher Anteil der Fahrten durch auswärtige Fahrzeughalter getätigt, wie z. B. Pendler etc. Dementsprechend wird die Kfz-Flottenzusammensetzung um die Verteilung derjenigen der umliegenden Regierungsbezirke erweitert. Diese sind in **Abb. 5.1** aufgezeigt, mit einer daraus abgeleiteten zusammenfassenden Flottenzusammenstellung für Nürnberg. Damit wird die örtliche Kfz-Flottenzusammensetzung herangezogen und in Anlehnung an die

Vorgehensweise in HBEFA auf eine dynamische Flottenzusammensetzung, d. h. die auf den Hauptverkehrsstraßen verkehrende Flotte übertragen.

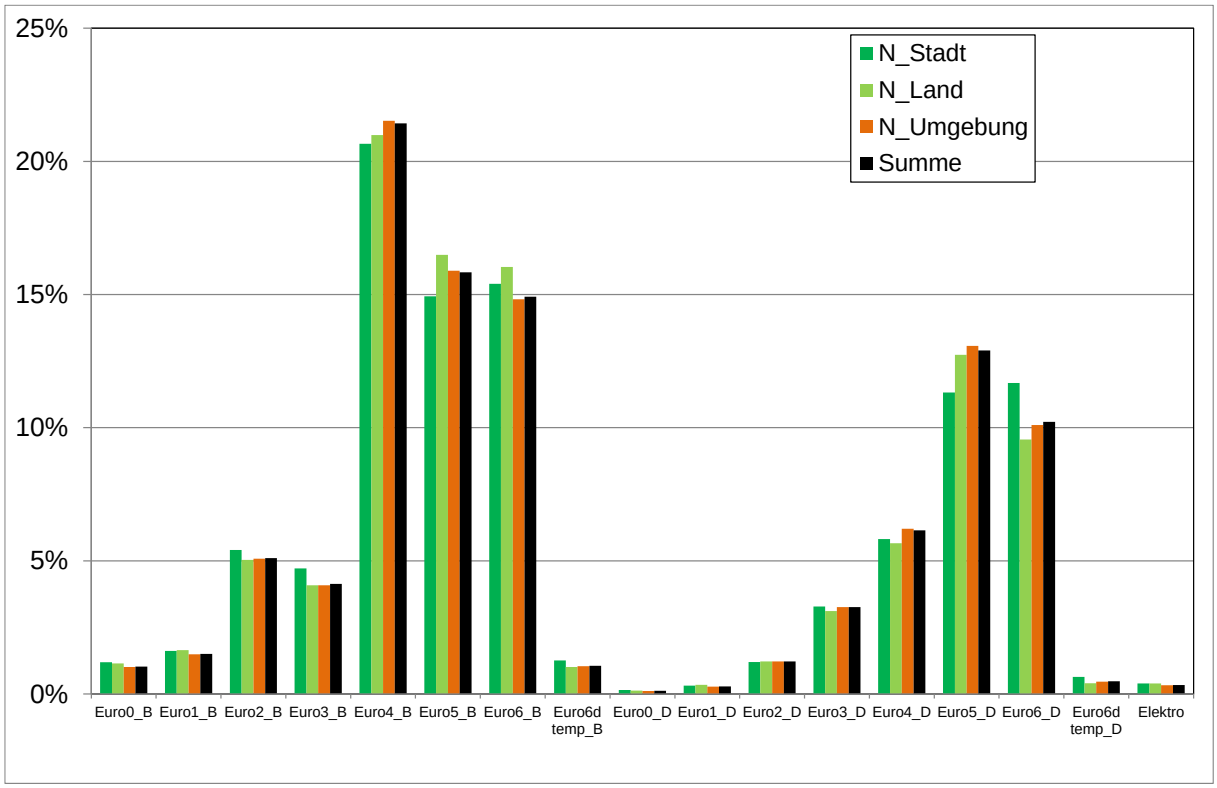


Abb. 5.1: PKW-Flottenzusammensetzung 2019 für Nürnberg Stadt, Nürnberg Land und Umgebung (Regierungsbezirke Mittelfranken, Oberfranken und Oberpfalz)

Für die im Stadtgebiet von Nürnberg verkehrenden Linienbusse wurde mitgeteilt, dass derzeit 1% der Linienbusse mit Elektroantrieb verkehren und bis 2023 als vorgegebene Maßnahme aus dem Masterplan 40% der Linienbusse mit Elektroantrieb ausgestattet werden.

5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Auf der Grundlage der lokalen PKW-Flottenzusammensetzung für Nürnberg erfolgt für das Bezugsjahr 2019 in Analogie zur Vorgehensweise des HBEFA eine Übertragung auf die dynamische Flottenzusammensetzung. Für das Prognosejahr 2022 wird die PKW-Flottenzusammensetzung den Statistiken des KBA entnommen und in Analogie zur Vorgehensweise des HBEFA eine Übertragung auf die dynamische Flottenzusammensetzung und eine Fortschreibung auf 2023 durchgeführt. Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des

„Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) für die Bezugsjahre 2019 und 2023 berechnet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugarten PKW, lNfz, LKW und Busse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z. B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2022) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Die Längsneigung der Straßen wird aus den digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes abgeleitet. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. lNfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

AB>130:	Autobahn, ohne Tempolimit	
AB110:	Autobahn, Tempolimit 110 km/h	
AO-HVS100:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 100 km/h
AO-HVS80:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 80 km/h
IOS-HVS70:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 70 km/h,
IOS-HVS70d:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS60:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 60 km/h
IOS-HVS60d:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 50 km/h

IOS-HVS50d:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50g:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-Sam50:	Innerstädtische Sammelstraße,	Tempolimit 50 km/h
IOS-Sam50d:	Innerstädtische Sammelstraße,	Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-Sam50g:	Innerstädtische Sammelstraße,	Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-NS40:	Innerstädtische Nebenstraße,	Tempolimit 40 km/h
IOS-NS30:	Innerstädtische Nebenstraße,	Tempolimit 30 km/h
IOS-NS30d:	Innerstädtische Nebenstraße,	Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

Das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berücksichtigt eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Euro-6-Diesel-PKW sowie den Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW und leichte Nutzfahrzeuge. Diese relativen Anpassungen werden hier angewendet und berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet bei Nürnberg mit einer mittleren Lufttemperatur an der Station Nürnberg von ca. 10.3°C im Zeitraum 2012 bis 2021 (Quelle DWD), die gegenüber der im HBEFA verwendeten mittleren deutschlandweiten Lufttemperatur von 9°C etwas höher liegt.

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für 2019 und in **Tab. 5.2** für 2023 aufgeführt.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2019			
Verkehrssituation	Geschwindig-keit	NO_x		$NO_{2,direkt}$	
	PKW	LV	SV	LV	SV
AB>130	142.7	0.950	1.167	0.1854	0.1497
AB110	112.0	0.440	1.167	0.0849	0.1496
AO-HVS100	94.0	0.416	1.402	0.0964	0.1996
AO-HVS80	76.1	0.330	1.396	0.0756	0.2013
IOS-HVS50	42.9	0.410	2.423	0.0765	0.3758
IOS-HVS50d	36.0	0.508	2.703	0.0958	0.4022
IOS-HVS50g	23.4	0.590	4.183	0.1114	0.6403
IOS-HVS50	42.9	0.410	2.423	0.0765	0.3758
IOS-HVS60	52.0	0.405	1.800	0.0757	0.2716
IOS-HVS60d	43.0	0.428	2.096	0.0800	0.2901
IOS-HVS70	66.2	0.400	1.633	0.0758	0.2545
IOS-HVS70d	50.2	0.427	1.915	0.0805	0.2919
IOS-HVS30	31.0	0.389	2.900	0.0715	0.3980
IOS-HVS30d	24.8	0.427	3.390	0.0783	0.4782
IOS-HVS40	38.9	0.356	2.510	0.0651	0.3467
IOS-Sam50	41.6	0.400	2.459	0.0725	0.3819
IOS-Sam50d	34.8	0.473	2.797	0.0868	0.4131

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2019

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2023			
Verkehrssituation	Geschwindig-keit	NO_x		$NO_{2,direkt}$	
	PKW	LV	SV	LV	SV
AB>130	142.7	0.677	0.671	0.0944	0.0970
AB110	112.0	0.319	0.671	0.0437	0.0970
AO-HVS100	94.0	0.299	0.861	0.0587	0.1228
AO-HVS80	76.1	0.234	0.847	0.0451	0.1187
IOS-HVS50	42.9	0.301	1.557	0.0401	0.2074
IOS-HVS50d	36.0	0.369	1.684	0.0500	0.2167
IOS-HVS50g	23.4	0.426	2.599	0.0577	0.3240
IOS-HVS50	42.9	0.301	1.557	0.0401	0.2074
IOS-HVS60	52.0	0.296	1.151	0.0396	0.1533
IOS-HVS60d	43.0	0.313	1.302	0.0418	0.1626
IOS-HVS70	66.2	0.294	1.060	0.0397	0.1452
IOS-HVS70d	50.2	0.313	1.224	0.0421	0.1647
IOS-HVS30	31.0	0.288	1.820	0.0379	0.2314
IOS-HVS30d	24.8	0.312	2.188	0.0409	0.2892
IOS-HVS40	38.9	0.260	1.521	0.0340	0.1820
IOS-Sam50	41.6	0.296	1.582	0.0383	0.2108
IOS-Sam50d	34.8	0.347	1.733	0.0457	0.2222

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2023

6 NO_2-IMMISSIONEN UND MASSNAHMENBETRACHTUNGEN

Die Ergebnisse der Straßennetzbetrachtungen werden für den Bestand in Kapitel 6.1 „NO_2-Immissionen für den Bestand 2019“, für den Prognosenullfall in Kapitel 6.2 „NO_2-Immissionen für den Prognosenullfall 2023“ und für die entsprechenden Maßnahmen in Kapitel 6.3 „Maßnahmenbetrachtung straßennetzweit“ beschrieben und zusammengefasst.

Für das Hauptverkehrsstraßennetz von Nürnberg erfolgt auf der Grundlage der Verkehrsdaten eine Emissionsberechnung und die Straßenabschnitte sind entsprechend der Gestaltung der Randbebauung typisiert nach Straßenraumbreite, Gebäudehöhe und Lückigkeit der Gebäude. Bei Straßenabschnitten mit einseitiger Bebauung wird eine gesonderte Typisierung angesetzt, wobei hier der Abstand der Straße von der Randbebauung aus den digitalen Lageverhältnissen abgeleitet wurde. Für die Straßenabschnitte mit typisierter Randbebauung mit je einer Länge von ca. 100 m werden die NO_2-Immissionen berechnet.

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte der 39. BImSchV beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und Hintergrundbelastung zusammensetzt.

6.1 NO_2-Immissionen für den Bestand 2019

In einem ersten Schritt werden die berechneten NO_2-Konzentrationen an den Messstandorten von Nürnberg aufgezeigt. Im Lageplan **Abb. 6.1** sind die Standorte der betrachteten Messstellen eingetragen. **Abb. 6.2** zeigt die berechneten NO_2-Jahresmittelwerte und die gemessenen.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für das Straßennetz werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Linien, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Der Grenzwert für NO_2-Jahresmittelwerte wird mit roter Farbe belegt.

Abb. 6.1

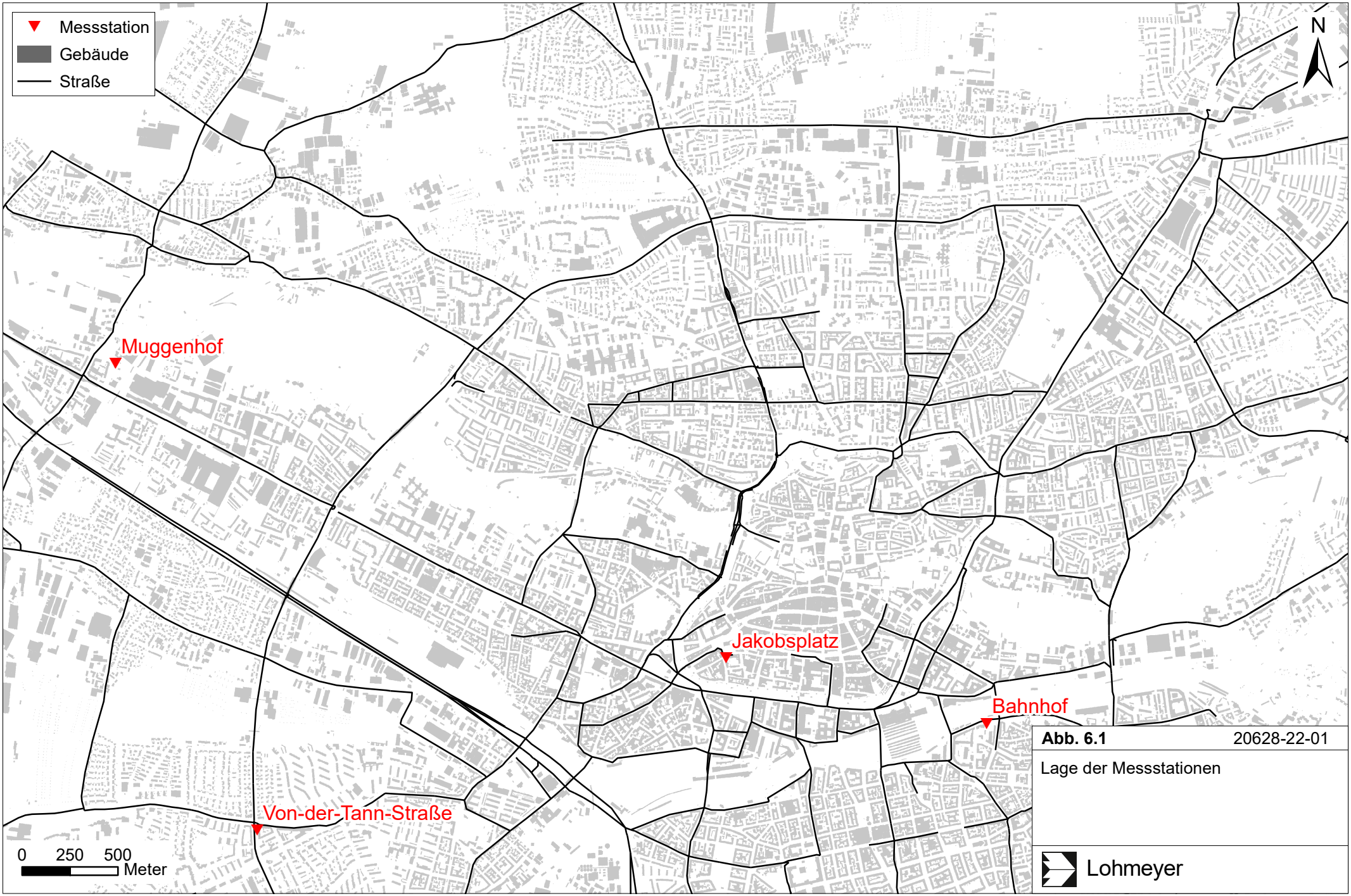


Abb. 6.1 20628-22-01

Lage der Messstationen

Lohmeyer

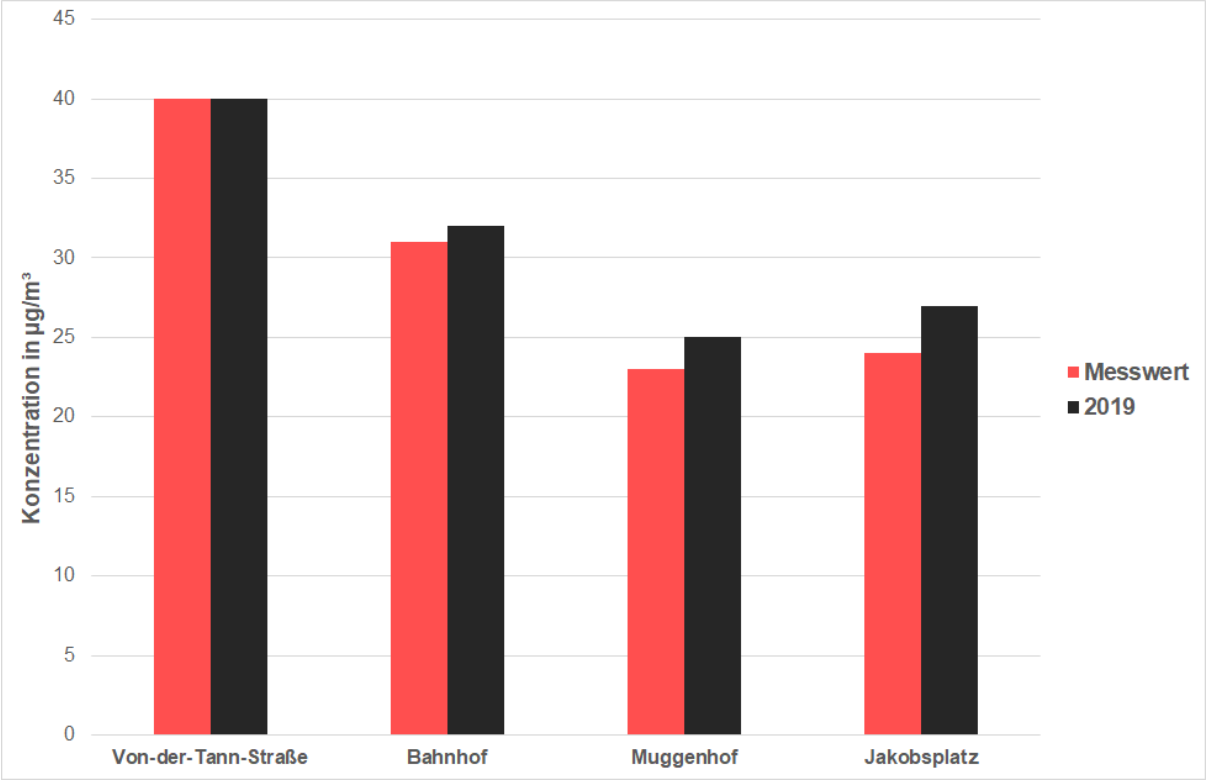


Abb. 6.2: NO_2-Messwerte und berechnete NO_2-Jahresmittelwerte (2019) an den aktiven Messstandorten in Nürnberg.

Für den derzeitigen Zustand sind die berechneten NO_2-Immissionen in **Abb. 6.3** dargestellt. Nachdem innerhalb vom zentralen Siedlungsgebiet etliche Straßenzüge Verkehrsbelegungen über 20 000 Kfz/24 h und Randbebauung aufweisen, sind dort bei entsprechend engen Straßenraumverhältnissen NO_2-Konzentrationen über 40 µg/m³ berechnet. Vereinzelt werden an der Randbebauung von stark frequentierten Straßenabschnitten NO_2-Konzentrationen über 50 µg/m³ berechnet, so im Bereich des Frauentorgrabens.

6.2 NO_2-Immissionen für den Prognosenullfall 2023

Für den Prognosenullfall 2023, d. h. die Fortschreibung der Kfz-Flottenzusammensetzung auf das Jahr 2023, die den Austausch alter Fahrzeuge durch neue Fahrzeuge mit schadstoffgeminderten Motorkonzepten berücksichtigt und zu den in Kap. 5.2.2 genannten Emissionsfaktoren führt, sind bei unveränderter Verkehrsstärke deutlich geringere NO_2-Konzentrationen berechnet. Weiter wird für den Prognosenullfall die angegebene Ausstattung der Linienbusflotte mit 40% Elektroantrieb berücksichtigt, die als beschlossene Maßnahme vorgegeben ist.

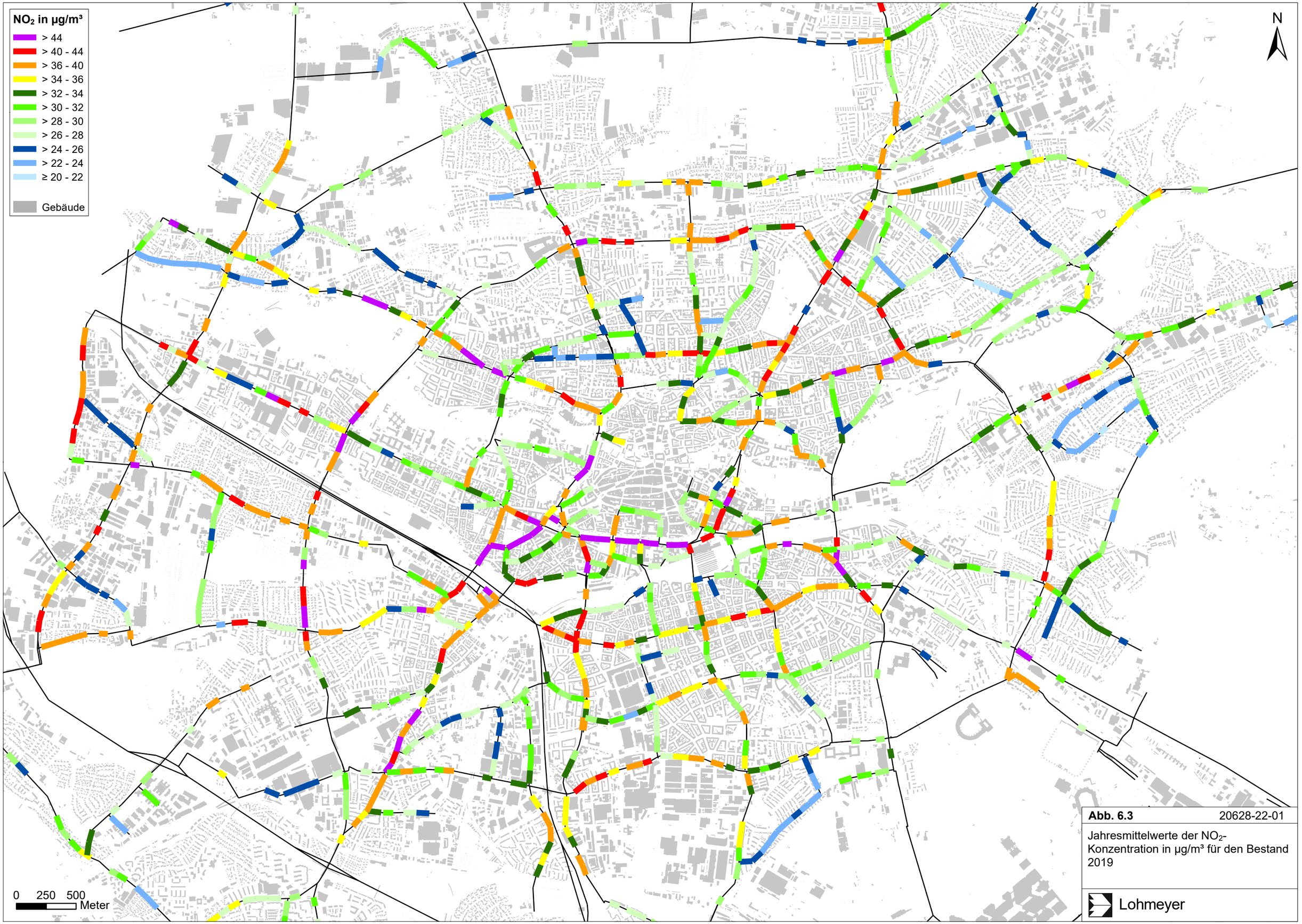


Abb. 6.3 20628-22-01

Jahresmittelwerte der NO_2-Konzentration in µg/m³ für den Bestand 2019

Lohmeyer

Abb. 6.4 zeigt die berechneten NO_2-Jahresmittelwerte für 2019 und 2023 sowie die gemessenen. An der Von-der-Tann-Straße mit deutlichem verkehrsbedingten Beitrag an der Gesamtbelastung sind um ca. 6 µg/m³ verringerte NO_2-Jahresmittelwerte von 34 µg/m³ prognostiziert. An den Standorten Muggenhof und Jakobsplatz führt der Netzeinfluss zu geringen Verringerungen, während am Bahnhof eine Reduktion um ca. 4 µg/m³ durch den Netzeinfluss und die benachbarte Straße berechnet ist.

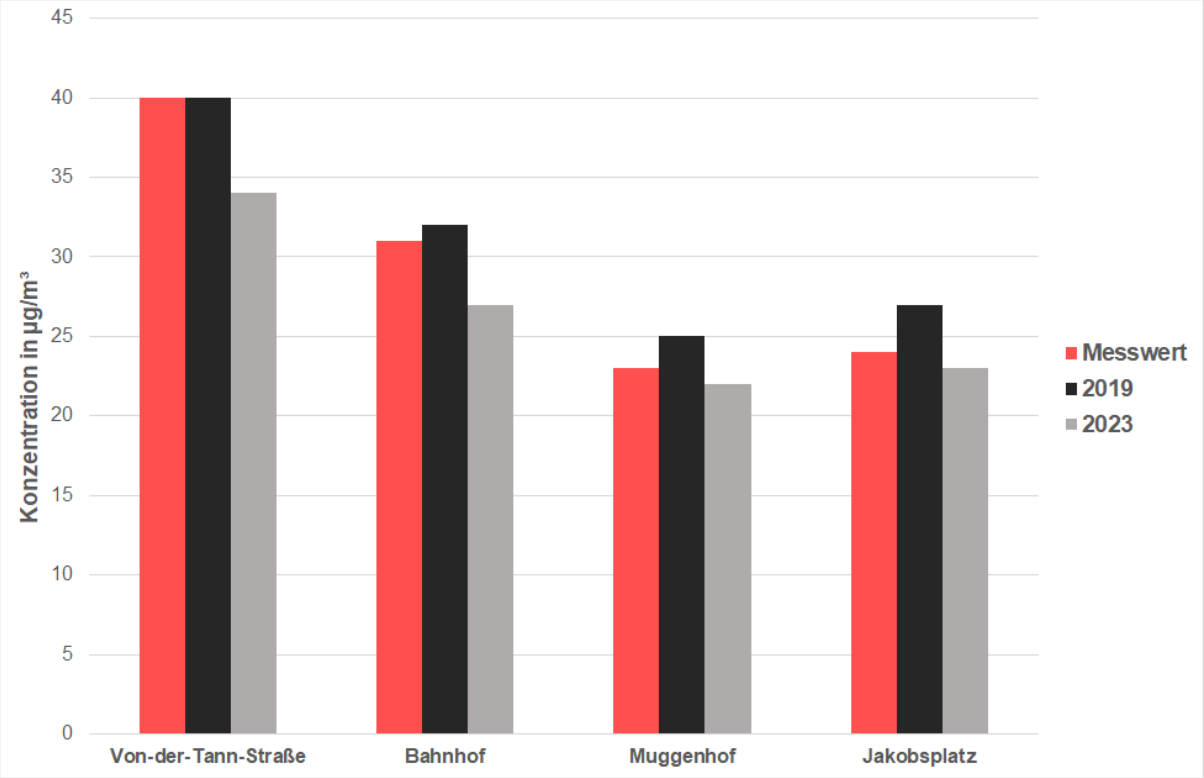


Abb. 6.4: NO_2-Messwerte und berechnete NO_2-Jahresmittelwerte für die Jahre 2019 und 2023 an den aktiven Messstandorten in Nürnberg.

In **Abb. 6.5** sind die berechneten NO_2-Immissionen für den Prognosenullfall 2023 unter Annahme unveränderter Verkehrsbelegungsdaten dargestellt. Gegenüber dem Bestand sind durchweg geringere NO_2-Konzentrationen an den Straßenabschnitten berechnet. Nicht an allen Straßenabschnitten ist jedoch eine Konzentration unter 40 µg/m³ abzuleiten, so im Bereich des Frauentorgrabens mit NO_2-Jahresmittelwerten bis 44 µg/m³.

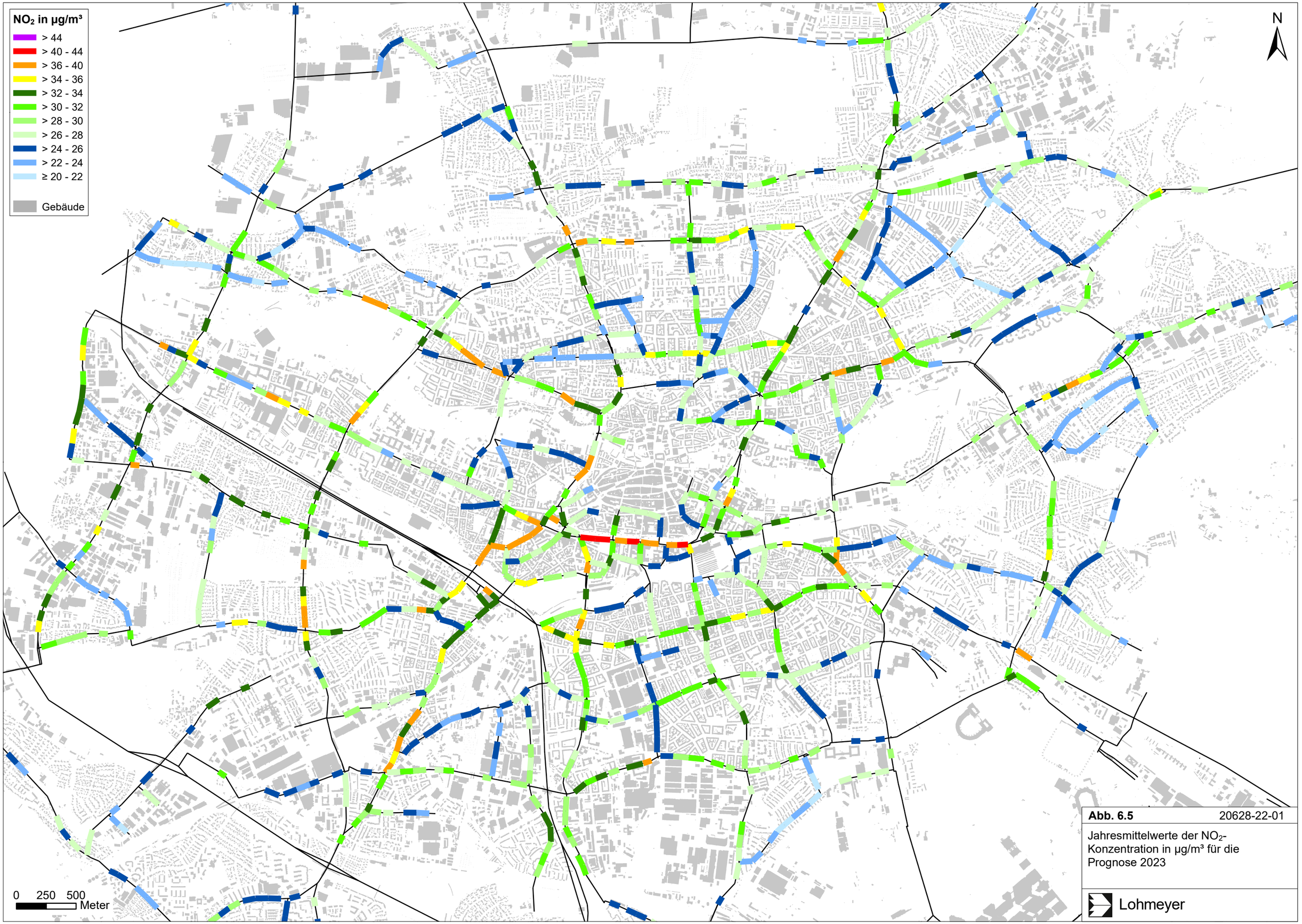


Abb. 6.5 20628-22-01

Jahresmittelwerte der NO_2-Konzentration in µg/m³ für die Prognose 2023

Lohmeyer

6.3 Maßnahmenbetrachtung straßennetzweit

Ergänzend zum Prognosenullfall 2023 sind die im Zusammenhang mit dem Masterplan Nürnberg beschlossenen Maßnahmen zu berücksichtigen.

Nachdem gegenüber den Ausarbeitungen des Masterplans Nürnberg für die beschlossenen Maßnahmen keine weiteren emissionsseitigen Erhebungen bzw. Schlussfolgerungen vorliegen, werden die im Masterplan angegebenen Ansätze weiter fortgeschrieben auf die Maßnahmen, die hier als beschlossene und noch nicht umgesetzte erwähnt werden.

Für den **Kfz-Verkehr** wird ein weiterer Ausbau der **öffentlichen Ladesäulen** mit je zwei Ladepunkten von derzeit 86 auf 102 angegeben. Das entspricht einer Erweiterung des Ladesäulenangebotes um ca. 19%. Als rechnerische Umsetzung wird eine Erhöhung der elektrobetriebenen PKW-Fahrten auf dem Straßennetz von Nürnberg um diesen Prozentsatz mittels Modifikation der dynamischen LV-Flottenzusammensetzung berücksichtigt.

Weiter wird der Ausbau der **Mobilitätspunkte** auf 78 angesprochen. Für den ursprünglichen Masterplan wurde als Maßnahme eine Erweiterung der bestehenden 8 Mobilitätspunkte auf 50 angesetzt. Dafür wurde in Form von Analogieschlüssen zu entsprechender Fachliteratur angesetzt, dass für zentrale Hauptverkehrsstraßen solche Maßnahmen mittlere Reduzierungen der MIV-Fahrten um ca. 3.1 % bewirken. Da bis heute bereits 48 Mobilitätspunkte eingerichtet sind, werden mit Umsetzung dieser beschlossenen Maßnahme weitere 30 Mobilitätspunkte eingerichtet. Daraus wird eine entsprechende anteilige Minderung der MIV-Fahrten für den zentralen Bereich von Nürnberg (vgl. **Abb. 6.6**) angenommen.

Für den **Fahrradverkehr** wurden im Masterplan mehrere allgemeine Maßnahmen zum Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur benannt. Dafür wurde in Form von Analogieschlüssen basierend auf entsprechender Fachliteratur angesetzt, dass für zentrale Hauptverkehrsstraßen solche Maßnahmen mittlere Reduzierungen der MIV-Fahrten um ca. 2.5 % bewirken. Da ein Teil der Maßnahmen bereits umgesetzt ist, wird hier für die noch verbleibenden Umsetzungen der beschlossenen Maßnahmen die Hälfte der benannten prozentualen MIV-Fahrtenminderungen für den zentralen Bereich von Nürnberg angesetzt.

Für den **ÖPNV** werden im Rahmen der beschlossenen und noch offenen Maßnahmen die Verstärkerlinien 10 und 11 (umsteigefreie Direktverbindungen) auf bereits bestehenden Linien, barrierefreier Umbau von Haltestellen, Reaktivierung einer 1 km langen Strecke zwischen Rathenauplatz und Berliner Platz und die Kapazitätssteigerungen der U-Bahnlinien benannt.

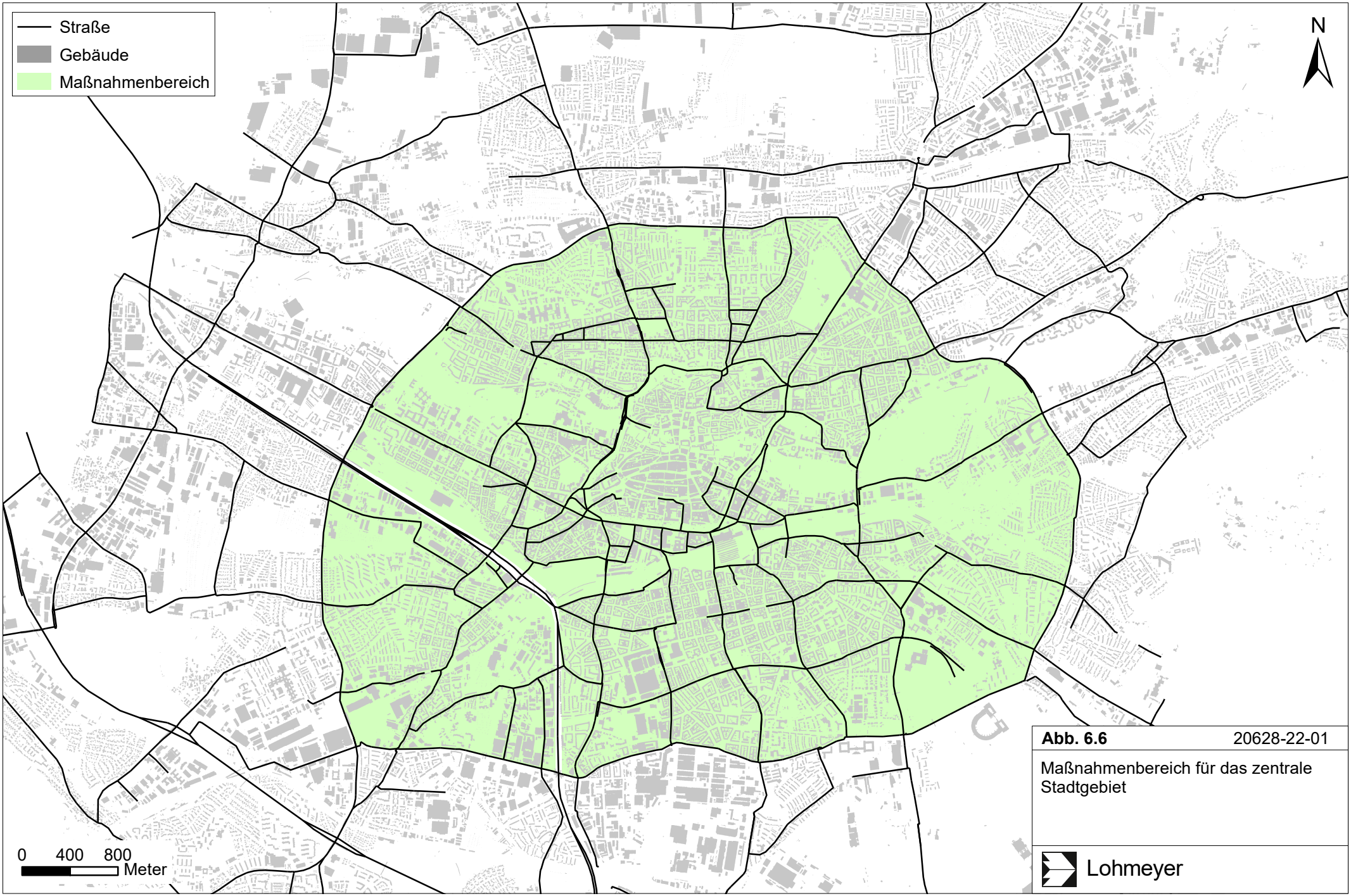


Abb. 6.6 20628-22-01

Maßnahmenbereich für das zentrale Stadtgebiet

Lohmeyer

Im Masterplan Nürnberg wurde diskutiert, dass in Form von Analogieschlüssen basierend auf Fachliteratur für zentrale städtische Hauptverkehrsstraßen mit solchen Maßnahmen mittlere Reduzierungen der MIV-Fahrten um ca. 1 % bewirkt werden können. Erfahrungen der Stadt Nürnberg im Zusammenhang mit durchgeführten ÖPNV-Netz- und Infrastrukturmaßnahmen in Nürnberg beschreiben deutlich höhere Reduktionen des Kfz-Aufkommens (bis 16%). Aus fachlicher und organisatorischer Sicht wird erwartet, dass bei der Umsetzung von ÖPNV-Förderungsmaßnahmen in Nürnberg diese von entsprechenden Fachuntersuchungen begleitet werden, um Unsicherheiten bezüglich der Minderungswirkungen auf MIV-Fahrten zu minimieren. Entsprechende Untersuchungen liegen derzeit nicht vor. Dementsprechend wird hier bezüglich der Wirkung der ÖPNV-Förderung als konservative Vorgehensweise keine weitere MIV-Minderung angesetzt.

Für die betrachteten Messstandorte sind die in **Abb. 6.7** dargestellten Ergebnisse berechnet. Dabei sind gegenüber den in **Abb. 6.4** dargestellten Prognosen für das Jahr 2023 unter Berücksichtigung der beschriebenen Maßnahmenwirkungen nur geringe Minderungen der NO_2-Gesamtbelastungen abgeleitet. An der Von-der-Tann-Straße sind Abnahmen der NO_2-Jahresmittelwerte um knapp 1 µg/m³ und sonst deutlich unter 1 µg/m³ berechnet.

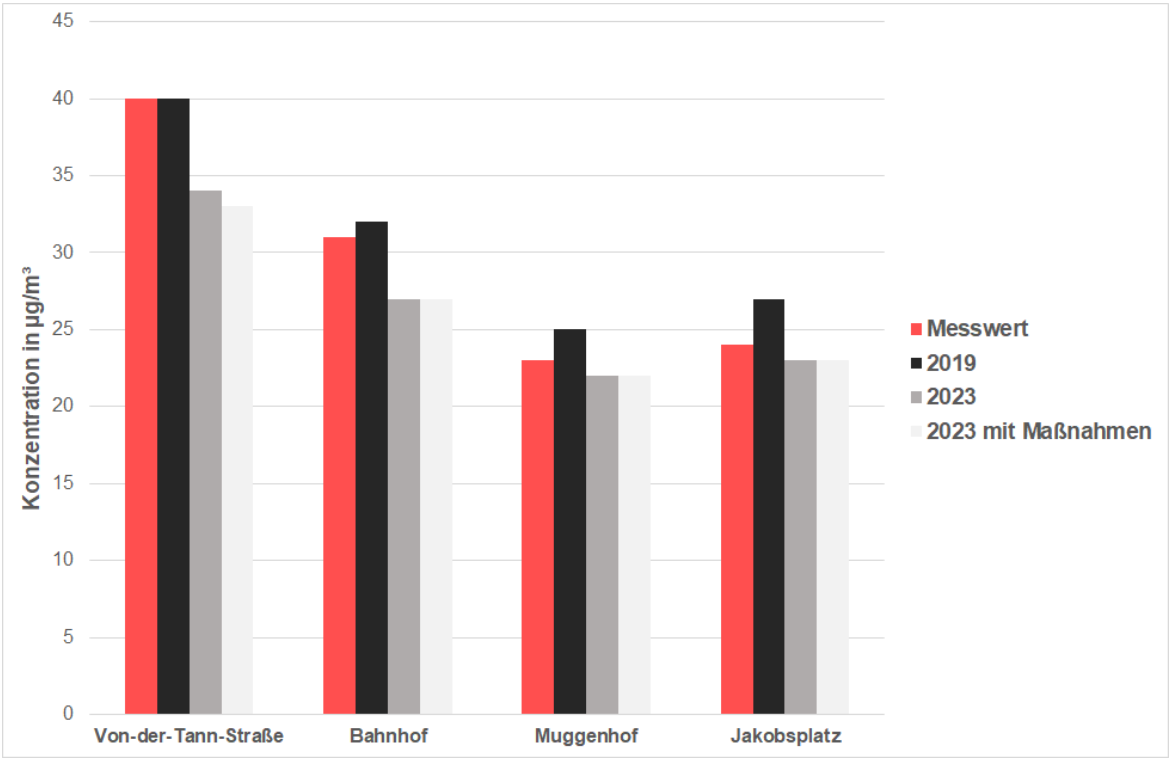


Abb. 6.7: NO_2-Messwerte und berechnete NO_2-Jahresmittelwerte für die Jahre 2019 und 2023 sowie für 2023 unter Berücksichtigung von Maßnahmen an den aktiven Messstandorten in Nürnberg.

Die Ergebnisse an den Hauptverkehrsstraßen in Nürnberg sind in **Abb. 6.8** dargestellt. Gegenüber dem Prognosenullfall sind gewisse Minderungen der NO_2-Gesamtbelastungen dargestellt, insbesondere im zentralen Bereich von Nürnberg. Konzentrationen über 40 µg/m³, dem Grenzwert für NO_2-Jahresmittelwerte, sind jedoch weiterhin vereinzelt am Frauentorgraben unter Berücksichtigung der vorliegenden Verkehrseinschränkungen und der geprüft abgebildeten Straßenraumverhältnisse berechnet und unterscheiden sich nur gering vom Prognosenullfall. Gleichwohl bleibt zu erwähnen, dass die beurteilungsrelevante Wohnbebauung in oberen Stockwerken besteht und dort gegenüber dem ausgewerteten Erdgeschossniveau geringere verkehrsbedingte Beiträge vorliegen. Die für diese Straßenabschnitte ermittelten NO_2-Gesamtbelastungen sind in **Abb. 6.9** zusammengefasst, ergänzt um die Ergebnisse für die zuvor beschriebenen Untersuchungsfälle.

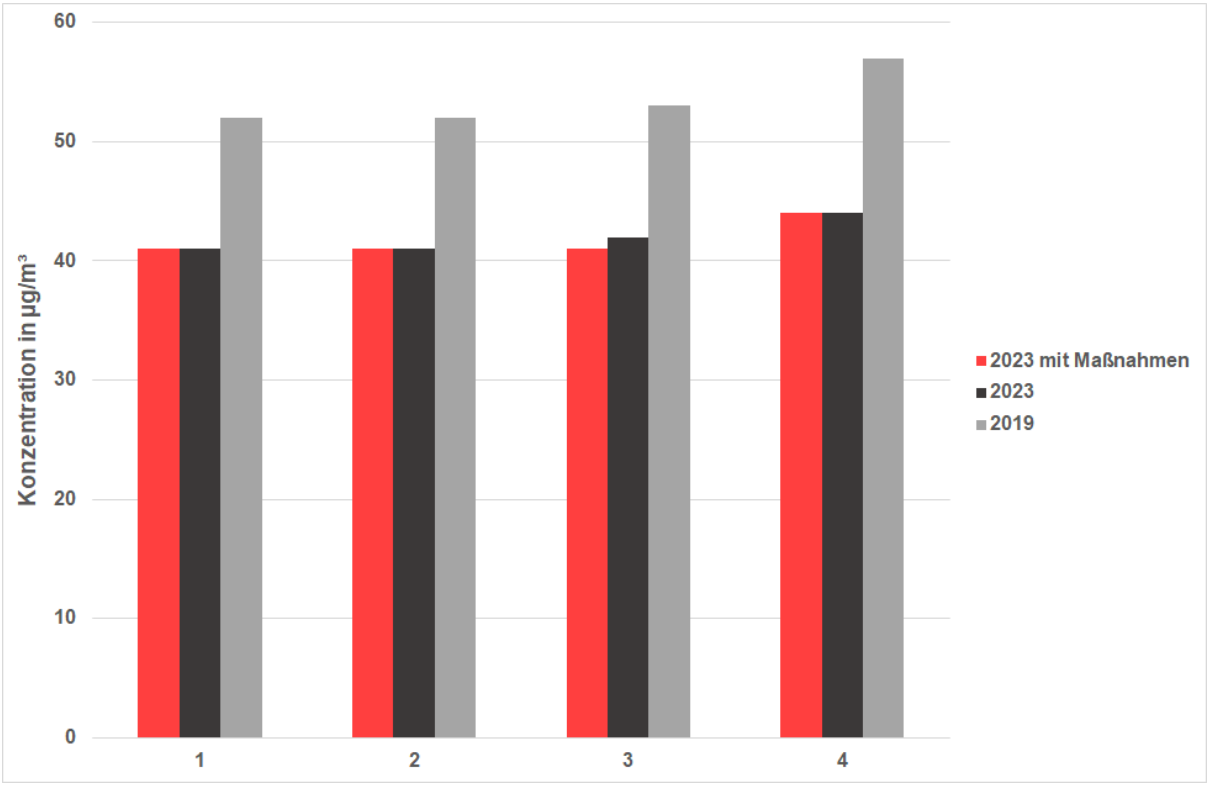


Abb. 6.9: Berechnete NO_2-Jahresmittelwerte für die betrachteten Untersuchungsfälle am Frauentorgraben. Dargestellt sind Straßenabschnitte von West nach Ost, für die auch unter Berücksichtigung von Maßnahmen im Jahr 2023 NO_2-Grenzwertüberschreitungen berechnet sind,

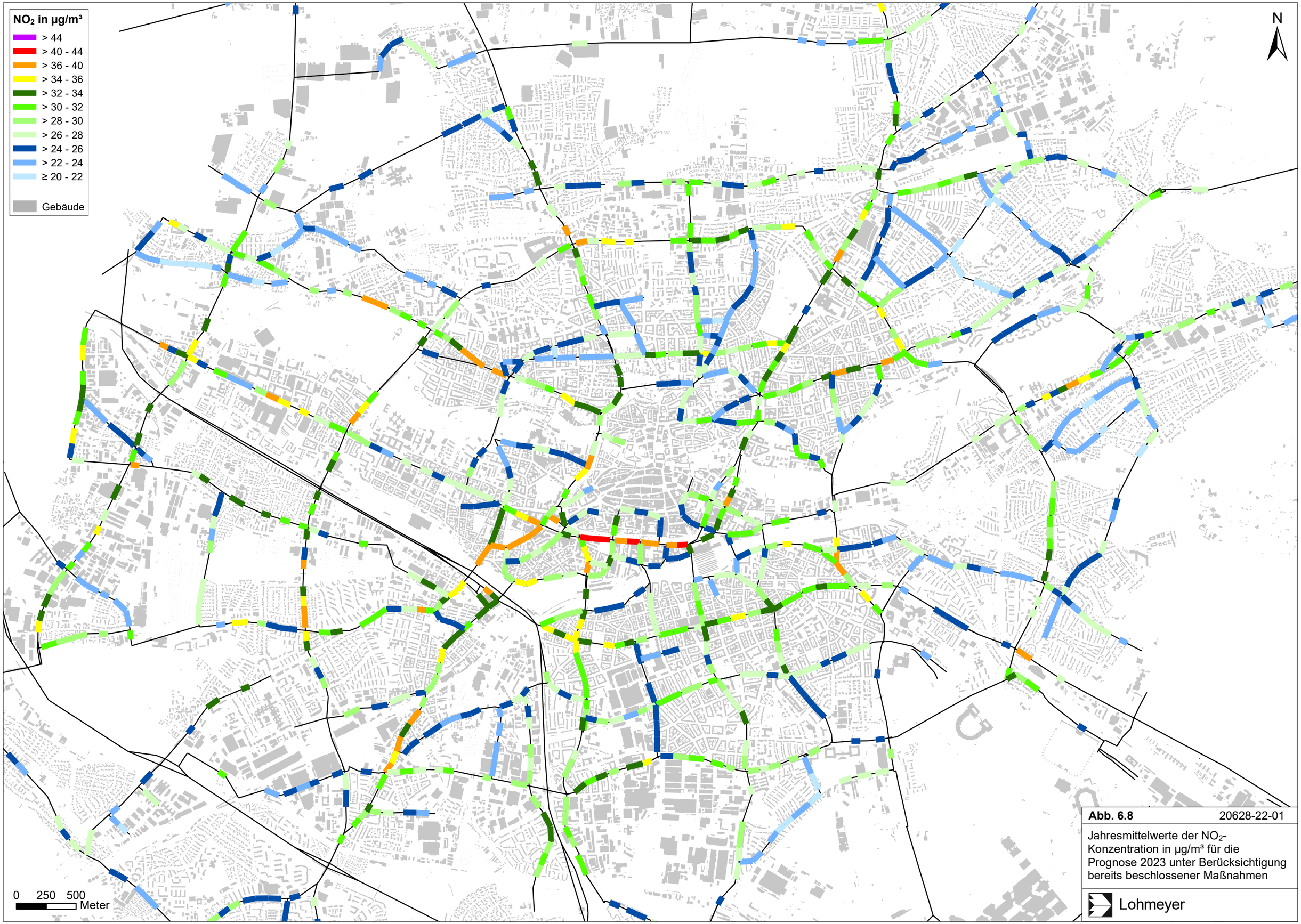


Abb. 6.8 20628-22-01

Jahresmittelwerte der NO_2-Konzentration in µg/m³ für die Prognose 2023 unter Berücksichtigung bereits beschlossener Maßnahmen

Lohmeyer

7 QUELLEN

7.1 Literatur

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241) - mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen.

23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 - mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen.

33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004 - mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen.

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 29, S. 1328), in Kraft getreten am 27. Juni 2020.

Bächlin, W., Bösinger, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO_2-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).

BASt (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

BImSchG (2013): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-

Immissionsschutzgesetz–BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I, Nr. 25, S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I Nr. 69, S. 4458), in Kraft getreten am 01. Oktober 2021.

Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO_2 conversion model under consideration of direct NO_2-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073, Februar 2011.

EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.

Flassak, Th., Bächlin, W., Bösinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.

Kühlwein, Jörg (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.

Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbächer, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.

LfU (2008 - 2022): Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in $\mu g/m^3$ an Stationen des Luftmessnetzes Bayern.

Lohmeyer (2018): Masterplan für die Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität in Nürnberg, Wirkungsberechnungen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt: 63584-17-01, Juni 2018. Fachgutachten im Auftrag der Stadt Nürnberg.

Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.

Romberg, E., Bösinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO_2-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.

Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).

Stadt Nürnberg (2014): Daten zur Nürnberger Umwelt. Auszug – Stadtklima-Gutachten für Nürnberg. Stadt Nürnberg, Umweltreferat, Stadtentwässerung und Umweltanalytik, Nürnberg. Dezember 2014.

Stadt Nürnberg (2011 – 2022): Daten zur Nürnberger Umwelt. Stadt Nürnberg. Referat für Umwelt und Gesundheit, Stadtentwässerung und Umweltanalytik, Nürnberg.

TREMOD (2020): Transport Emission Model: „Aktualisierung der Modelle TREMOD/ TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)“ / Berichtsteil „TREMOD“. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 116/2020. Dessau-Roßlau, Juni 2020.

UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.2 / Februar 2022. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin, www.hbefa.net.

VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.

7.2 Materialien und Unterlagen

Für die vorliegende Untersuchung wurden u. a. die nachfolgenden Unterlagen verwendet, die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden:

- Verkehrszahlen für die Hauptverkehrsstraßen von Nürnberg für 2019, digitale Übergabe 2022.
- Luftmessdaten der Stadt Nürnberg, digitale Übergabe 2022.
- Linienbusse Nürnberg, geplante Beschaffung von Elektrobussen, digitale Übergabe 2022.

- Gebäudedaten nach Lage und Höhe (LOD2-Daten), digitale Datenübergabe 2022.
- Angaben zu geplanten Minderungsmaßnahmen, digitale Übergabe 2022
- Maßnahmenliste zur Reduzierung der NO_2-Belastung in Nürnberg, digitale Übergabe 2022

ANHANG A1:

MASSNAHMEN ZUR REDUZIERUNG DER NO_2-BELASTUNG IN NÜRNBERG

A1 MASSNAHMEN ZUR REDUZIERUNG DER NO_2-BELASTUNG IN NÜNRBERG

Der Verkehrsausschuss des Nürnberger Stadtrats hat mit dem Mobilitätsbeschluss vom Januar 2021 und mit dem ÖPNV-Maßnahmenpaket 2030 vom Juli 2021 auch auf Basis des „Masterplanes nachhaltige Mobilität“ Konzepte beschlossen, die eine Reihe von Maßnahmen zur Förderung der Verkehrsarten des Umweltverbundes und zur Reduzierung des Kfz-Verkehrs und der mit ihnen verbundenen Emissionen enthalten. Gleichzeitig wird der Radverkehrsetat im städtischen Haushalt sukzessive auf 10 Mio. Euro jährlich ab 2023 erhöht. Mit dem gestiegenen Etat konnten im Jahr 2021 im Bereich Radverkehr folgende Baumaßnahmen umgesetzt werden:

- Pillenreuther Straße zw. Wölckernstraße und Frankenstraße (Roteinfärbung und Verbreiterung Radstreifen zulasten Fahrbahn für den Kfz-Verkehr)
- Bierweg zw. Tannenbergerstraße und Hausnr. 13
- Zeltnerstraße zw. Frauentorgraben und Sandstraße (Radstreifen zulasten Fahrspur Kfz-Verkehr)
- Bennostraße
- Fuggerstraße
- Humboldtstraße (Fahrradstraße)
- Sperberstraße (Fahrradstraße)
- Rennweg (Verlängerung Fahrradstraße)

Zusätzlich wurde Radverkehrsinfrastruktur unabhängig vom Radwegeetat gebaut. Hier sind zu nennen:

- Bahnhofsplatz im Abschnitt des Postneubaus
- Bahnhofsstraße im Bereich Allersberger Tunnel
- Bayernstraße
- Wegeverbindung von der Karl-Schönleben-Straße nach Langwasser Nord über Bertolt-Brecht-Schule

- Südanbindung Lichtenreuth
- Langgasswiesenweg Röthenbach Ost
- Äußere Bayreuther Straße – Carl-Schurz-Straße
- Wegeverbindung Claire-Goll-Straße/Forchheimer Straße

Maßnahmen mit konkreter Verkehrswirksamkeit, die schnellstmöglich - jedenfalls bis Ende 2023 - umgesetzt werden:

Radverkehr

Umsetzung eines Teils der vom AfV am 14.10.2021 beschlossenen 2. Stufe des Fahrradstraßenkonzeptes bis Ende 2023 mit insgesamt 13 weiteren Straßenzügen. Darunter sind die Schloßstraße, die Leibnitzstraße und der erste Abschnitt der Radschnellverbindung Nürnberg-Erlangen, die zwischen Maxtor und Kleinreuther Weg als Fahrradstraße mit einer signalisierten Querung der Pirckheimerstraße an der Friedrichstraße ausgestaltet wird.

Sollte der Kfz-Verkehrs nach wie vor dominieren und sich daraus Konflikte mit dem Radverkehr ergeben, so wird eine Reduktion des Kfz-Verkehrs durch Durchfahrtssperren (modale Filter) oder andere geeignete Maßnahmen sichergestellt. Damit wird die Erreichbarkeit aller Grundstücke mit dem Kfz sichergestellt, der Kfz-Durchgangsverkehr jedoch konsequent aus den Fahrradstraßen rausgehalten

Ausreichende Fahrbahnbreiten, die notwendige Abstände für den Radverkehr sowohl zum fließenden wie auch zum ruhenden Verkehr ermöglichen, werden sichergestellt. Dabei hat der fließende (Rad-)Verkehr Vorrang vor dem ruhenden Verkehr.

Es werden zusätzlich zu den bereits rd. 150 Einbahnstraßen weitere Einbahnstraßen für den Radverkehr in Gegenrichtung geöffnet. Dazu werden 80 zusätzliche Straßenabschnitte geprüft. Kriterien sind die Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmenden, ausreichende Breite, ggf. Ausweichstellen, Sichtverhältnisse. An den Zufahrten werden Ein- und Ausleitungen für den Radverkehr markiert.

Bis Ende 2023 wird in zwei weiteren Gebieten das Projekt „Radständer für die Stadtteile“ durchgeführt, bei dem rd. 300 neue und sichere Abstellmöglichkeiten geschaffen werden, an stark frequentierten Orten auch überdacht und für alle Fahrradtypen. Zusätzlich werden zahlreiche Einzelstandorte geprüft und ausgeführt, so dass bis Ende 2023 insgesamt 1.000 neue

Radabstellmöglichkeiten entstehen. Zwischen Beschluss zum Mobilitätsbeschluss und diesem Papier wurden bereits rd. 500 Abstellmöglichkeiten im öffentlichen Raum realisiert. Dort werden hauptsächlich Kfz-Stellplätze für Radständerstandorte genutzt. Fahrradabstellplätze im halböffentlichen Raum (Schulen, Kitas, Kultureinrichtungen) wurden seit Beschluß noch nicht gezählt. Im Jahr 2022 wird jedoch das Monitoring der Maßnahmen zum Mobilitätsbeschluß gestartet, dann wird auch die Zahlenbasis sicherer.

Ausbau von Radverkehrsinfrastruktur in 2022:

Wenn Infrastruktur neu geschaffen wird, wird das bei der Ausbauplanung als Längenangabe berücksichtigt, bei Angaben zur bestehenden Infrastruktur dagegen nicht.

- Fürther Straße zw. Fuchsstraße und Adolf-Braun-Straße (ca. 100 m Lückenschluss)
- Schnieglinger Straße (Bienweg bis Brettergartenstraße)
- Oppelner Straße (ca. 210 m)
- Hornungstraße (knapp 100 m)
- Julius-Loßmann-Straße (Rotmarkierung mit Verbreiterung bestehender Radstreifen auf ca. 1.100 m)
- Sandreuthstraße (Neuanlage Radstreifen auf ca. 450 m)
- Radweg MD-Kanal westl. Wiedersbacher Straße (ca. 800 m)
- Radweg an der Goldbachstraße (ca. 570 m)

Ausbau von Radverkehrsinfrastruktur in 2023:

- Gebersdorfer Straße (Radstreifen zw. Rangaustraße und Felsenstraße, ca. 530 m)
- Ziegelsteinstraße (Radstreifen zw. Äußerer Bayreuther Straße und Fritz-Munkert-Platz, ca. 750 m)
- Laufamholzstraße (Radstreifen zw. Waldstraße und Ostendstraße, ca. 150 m)
- Kieslingstraße (Radstreifen, 1.000 m)
- Rehlingerstraße (Geh-/Radweg bis S-Bahnhof Reichelsdorf, ca. 550 m)

- Äußere Cramer-Klett-Straße (Radstreifen, ca. 300 m)
- Zollhausstraße (Südseite, zwischen Münchener Straße und Breslauer Straße, ca. 850 m)

Juli 2023 Baubeginn des Radstreifens in der Bayreuther Straße im Zusammenhang mit der Sanierung und Wiederinbetriebnahme der Straßenbahnstrecke bis zum Berliner Platz.

Die Maßnahmen weisen keine Dopplung mit zuvor genannten Konzepten Fahrradstraßen oder EInbahnstraßen auf. Die Untersuchung zu den Radvorrangroutehn (RVR) wird erst im Juni 2022 abgeschlossen. Danach Planungsbeginn möglich. In Bezug auf die 15 km RVR wurde klar kommuniziert, dass dazu ein “Hochlaufen” von Planungs- und Baukapazitäten nötig ist, 10km Fahrradstraßen werden erreicht werden.

Fußverkehr

Durchführung einer Stadtteilbegehung in einem ersten Stadtteil und Umsetzung verschiedener Maßnahmen, wie z.B. Sicherung Einmündungsbereiche durch Pfosten, Verlegung Gehwegparken auf die Fahrbahn und damit Entfall von Stellplätzen in einzelnen Straßen, Eingriffe ins Verkehrssystem zur Verkehrsberuhigung. Die Auswahl steht noch nicht fest. Die Entscheidung trifft der Stadtrat auf Vorschlag der Verwaltung in Kooperation mit einem Bürgerverein. Erster Stadtteil im Frühjahr 2023.

Einrichtung neuer Fußgängerbereiche: Königstraße, Theatergasse, Färberstraße/Brunnengasse und Burgstraße im Juni 2022. Die Bergstraße wurde unterbrochen und wird am 07.06.22 als Verkehrsberuhigter Bereich wieder geöffnet. Die Burgstraße wird zum FG-Bereich. Die Königstraße wird Fußgängerbereich.

Für die Unterbrechung der Leopoldstraße liegt eine Planung vor, die die Integration eines Abschnitts der Straße in den angrenzenden Park vorsieht. Der Beschluss für die Planung soll in 2022 eingeholt werden und die Umsetzung schnellstmöglich folgen. Diese Planung bedeutet eine Veränderung der Verkehrsführung durch die Unterbrechung der Straße in Höhe des Parks.

In Straßen mit nennenswerten Fußgängerströmen soll das Parken neu geordnet werden, wenn durch historisch (heute: falsch) angeordnetes Gehwegparken nicht ausreichend Breite für die Fußgängerinnen und Fußgänger verbleibt. In der Heroldstraße sind in 2021 Stellplätze für ausreichend breite Gehwege entfallen. Eine Planung für die Wilderstraße wurde im Mai 2022

beschlossen. In der Heroldstraße sind angeordnete Stellplätze auf dem Gehweg entfallen. Dies ist. auch in der Wilderstraße der Fall. Es ist vorgesehen, im Rahmen der Stadtteilbegehungen Abschnitte mit angeordnetem Gehwegparken zu überprüfen und ggf. zu beseitigen. Der Hinweis auf einen “Erlass” ist überflüssig, weil KVÜ und Polizei das behindernde Parken auch ohne Erlass ahndet.

ÖPNV

Inbetriebnahme der Verstärkerlinien 10 (Am Wegfeld - Plärrer - Landgrabenstraße - Dutzendteich) und 11 (Gibitzenhof - Landgrabenstraße - Hauptbahnhof - Mögeldorf) mit einer zusätzlichen Haltestelle am Melanchthonplatz. Mit den neuen Linien entstehen zusätzliche umsteigefreie Direktverbindungen, die zu einer Attraktivitätssteigerung des ÖPNV führen. Der Straßenplan geht vor der Sommerpause in die stadtinterne Abstimmung. Es handelt sich um einen für Nürnberg neuen Haltestellentyp, der insbesondere mit der VAG im Hinblick auf die Zulassung nach BO Strab sorgfältig geplant werden muss. Nach Fertigstellung kann die Haltestelle Heynestraße aufgelassen und mittelfristig die Gleistrassierung dort optimiert werden. Die Haltestelle dient zur Anbindung des umgebenden Gebiets an die neue Linie Gibitzenhof – Hauptbahnhof und zur Entlastung der nur geringfügig verbreiterbaren Haltestelle Landgrabenstraße an der Kreuzung Gibitzenhofstraße.

In der Südstadtachse steht zudem die Haltestelle Aufseßplatz zur Erhöhung der Kapazität zur Umplanung an. Dies soll im Zuge des Kaufhausneubaus geplant und nach Möglichkeit zeitnah umgesetzt werden. Außerdem wird die Haltestelle Christuskirche verbreitert und im Zulauf sind Abmarkierungen des Gleisbereichs in Prüfung. Der Plan wurde bereits im Verkehrsausschuss beschlossen und soll im Rahmen von LSA-Sanierungen umgesetzt werden.

Hier (U-Bahn) geht es nicht um Verstärkerlinien und zusätzliche Verbindungen, sondern um Kapazitätserweiterungen durch größere Gefäße (= zusätzliche Langzugbildung auf U3 durch „Freischaufeln“ der dazu benötigten Fahrzeuge mittels Einsatz in Beschaffung befindlicher konventioneller G1-Fahrzeuge auf der U2, d. h. Nutzung der weiterhin gegebenen Mischbetriebsfähigkeit AGT/konventionell dieser Linie). Eine Umsetzung ist in 2023 möglich, abhängig u. a. von Fahrzeugauslieferung/-inbetriebnahme und notwendiger Fahrerschulung u. U. bereits Ende 2022.

Zusätzliche Linien (Linien 10 und 11) wird es ab voraussichtlich Mitte 2023 bei der Straßenbahn geben. Damit verdoppelt sich auf großen Teilen des Straßenbahnnetzes das Angebot ganztägig (in der Überlagerung 5‘-Takte statt 10‘-Takte tagsüber an Werktagen, 10‘-Takte statt

20'-Takte täglich im Spätverkehr sowie an Sonn-/Feiertagen; das entspricht an Werktagen z. B. über 450 zusätzlichen Linienfahrten). Auslieferung und Inbetriebnahmeprozess der hierfür erforderlichen zusätzlichen Fahrzeuge haben bereits begonnen.

Barrierefreier Umbau von Straßenbahn- und Bushaltesteigen (ca. 10 bis 15 bis Ende 2023). Für die Zulassung des neuen Fahrzeugtyps „Avenio" musste das Verkehrsplanungsamt zusammen mit der VAG ein Konzept mit Zeitplanung erarbeiten. Dieses Konzept liegt vor. Danach werden in den Jahren 2023 bis 2030 alle Haltestellen barrierefrei ausgebaut. Prioritäten und der Aufwand der Realisierung flossen in den Zeitplan ein. Die Technische Aufsichtsbehörde der Regierung von Mittelfranken hat das Konzept für gut befunden.

Bauarbeiten für die Reaktivierung der ca. 1 km langen Straßenbahnstrecke zwischen Rathenauplatz und Berliner Platz. Damit werden eine neue Direktverbindung und eine Verstärkerlinie auf der stark nachgefragten Achse zwischen Hauptbahnhof und Rathenauplatz ermöglicht sowie Wendefahrten am ausgelasteten Verknüpfungspunkt Hauptbahnhof vermieden. Ein Zeitplan hängt davon ab, ob ein aufwändiges Planfeststellungsverfahren durchgeführt werden muss. Ohne Plafe könnte die Maßnahme ab Juni 2023 realisiert warden, mit Plafe vermutlich ein Jahr später.

Kapazitätserweiterungen bei den U-Bahnlinien durch den Einsatz von G1-Fahrzeugen in der Hauptverkehrszeit auf der U-Bahnlinie 2. Dadurch können auch auf der Linie U3 weitere Langzüge gebildet und zusätzliche Kapazitäten zur Verfügung gestellt werden.

Umstellung der Busflotte auf Elektroantrieb (bei Strecken mit hoher Anzahl an Busfahrten Reduzierung von NO2 um fast 10 µg/m³. Bei geringerer Anzahl an Busfahrten im Mittel 2 µg/m³. Die VAG hat hierzu den E-Bus-Port in Schweinau gebaut, in dem die E-Busse geladen, gewartet und repariert werden. Bis 2023 werden 40 % der Busse elektrisch fahren. Die Berechnungen stammen aus dem "Masterplan für die Gestaltung einer nachhaltigen und emissionsfreien Mobilität". Erkentnis: der Einsatz auf Strecken mit hoher Luftschadstoffbelastung ist sinnvoll. Auf der Linie 36, die vom Plärrer durch die Altstadt und über die Dürrenhofstraße zum Dutzendtteich fährt, sind bereits E-Busse im Einsatz.

Kfz-Verkehr

Weiterer Ausbau der Mobilpunkte, an denen verschiedene stadtverträgliche und umweltfreundliche Verkehrsarten verknüpft werden. Die acht Mobilpunkte der Ausbaustufe 1 befinden sich alle an Haltestellen des ÖPNV und bieten Carsharing und Fahrradverleihmöglichkeiten

an. Um das Netz an Mobilpunkten zu verdichten, liegen bereits einzelne Mobilitätsstationen der 39 Standorte der Ausbaustufe 2 in den Wohnquartieren ohne unmittelbaren Zugang zu einer Haltestelle. Die 3. Ausbaustufe mit ca. 30 zusätzlichen Standorten wird im zweiten Quartal vorbereitet, so dass die geplante Onlinebeteiligung im Herbst 2022 durchgeführt werden kann und die neuen Mobilpunkte in 2023 eingerichtet werden können.

Weiterer Ausbau der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur. Da der Bedarf an Ladeinfrastruktur nicht allein im öffentlichen Raum gedeckt werden kann, wird ein Netz an Schnellademöglichkeiten an Tankstellen und großen Parkplätzen gefördert. Derzeit gibt es 86 Ladesäulen mit je zwei Ladepunkten im öffentlichen Raum, weitere 16 sind in der derzeitigen Ausbaustufe noch vorgesehen. Die N-ERGIE hat Zuschussanträge für den Aufbau weiterer Ladesäulen bis Ende 2023 gestellt.

Da die Verfügbarkeit von Stellplätzen und die Kosten für Parken wesentliche Kriterien der Verkehrsmittelwahl darstellen, kommt dem Instrument des Parkraummanagements und der Parkraumbewirtschaftung eine große Bedeutung zu. Folgende Maßnahmen sind bereits geplant und werden zeitnah umgesetzt:

Nach bereits erfolgtem Abschluss der Umstellung der Parkraumbewirtschaftung in der Altstadt, bei der alle bislang kostenfreien Stellplätze aufgegeben und in die Gebührenpflicht einbezogen wurden, werden zusätzliche Bewohnerparkplätze in den an die altstadtangrenzenden Bewohnerparkgebieten ausgewiesen. Es sollen Verdrängungseffekte des Parksuchverkehrs von Pendlern und gebietsfremden Dauerparkern von der Altstadt in die benachbarten Quartiere vermieden werden. Mit der Anpassung der Parkregelungen für die ersten Gebiete wurde bereits begonnen. Bis Ende 2023 kann die Anpassung in den Bewohnerparkgebieten abgeschlossen sein.

Gleichzeitig wird derzeit geprüft, ob und in welchem Ausmaß die Parkraumbewirtschaftung auf die altstadtangrenzenden Gebiete und auf weitere geeignete Bereiche im Rahmen der rechtlichen Möglichkeiten ausgeweitet werden kann. Wo es rechtlich möglich ist, soll das Parken im öffentlichen Raum gebührenpflichtig werden. Bis Ende 2023 wird die Umstellung im Großteil der an die Altstadt angrenzenden Quartiere abgeschlossen sein. Das Konzept zur verstärkten Parkraumbewirtschaftung in den Bewohnerparkgebieten wurde im April 2022 vom AfV beschlossen. Bis Ende 2023 kann die Detailprüfung und Umsetzung in den Bewohnerparkgebieten zwischen Altstadt und Ringstraße erfolgen. Darüber hinaus kommen noch Bereiche der Weststadt zur Prüfung in Frage.

Das letzte Gebiet innerhalb des Rings, das noch keine Bewohnerparkregelung hat, aber grundsätzlich in Frage kommt (St. Leonhard, Schweinau), wird derzeit auf Erfüllung der Kriterien untersucht. Der Vorschlag wird im Herbst dem AfV zum Beschluss vorgelegt werden. Umsetzung erfolgt dann im Frühjahr 2023. Im Anschluss wird noch Eberhardshof geprüft und ggf. in 2024 umgesetzt. Darüber hinaus gibt es keine Gebiete mehr, die die Kriterien der StVO für Bewohnerparken erfüllen könnten.

Reduzierung der Stellplätze im öffentlichen Raum für die Aufstellung von Radabstellbügeln, Straßenbegleitgrün und mehr Fläche für Zufußgehende auch im Zuge der Einrichtung von neuen kostenpflichtigen Quartiersparkhäusern. In innerstädtischen Bestandsgebieten werden derzeit Flächen geprüft. Die Realisierung hängt an Flächenverfügbarkeit und Finanzierung. Bei einer Realisierung werden Stellplätze im öffentlichen Raum entfallen. Ein plakatives %-Stellplatzreduktions-Ziel ist dabei weniger schadstoffwirksam als eine konkrete Lösung an neuralgischen Stellen: Ein Ziel wird daher nicht angestrebt.

Maßnahmen bislang ohne Beschluss, die bis Ende 2023 umsetzbar sind und eine spürbare Wirkung alleine oder als Bündel erwarten lassen:

<u>ÖPNV</u>

Taktverdichtungen auf weiteren U-Bahn-, Straßenbahn- und wichtigen Buslinien Bis 2023 sind weitere Taktverdichtung ohne neues Wagenmaterial ausschließlich in NVZ und SVZ möglich. Diese werden bereits konkret diskutiert (U1 in NVZ, Busnetz in realisierbaren Teilschritten nach Prioritäten gestaffelt in NVZ und SVZ), sind hinsichtlich einer Umsetzung allerdings abhängig von einer sichergestellten Finanzierung sowie der Gewinnung des benötigten Fahrpersonals. Weitere Taktverdichtungen in der HVZ sind im angesprochenen Zeitraum weitgehend nicht möglich, da hierfür (neben Personal) nicht vorhandene zusätzliche Fahrzeuge benötigt würden und teilweise auch ein aufwändiger Ausbau der ortsfesten Infrastruktur (mit zum Teil Planfeststellungsrelevanz = nicht zeitnah umsetzbar) erforderlich wäre.

Gegebenenfalls Tarifanpassungen im ÖPNV, die Stadt Nürnberg strebt kein 365€-Ticket allein aus eigenen Mitteln an. Wir halten es für sinnvoller, “unser” Geld in Maßnahmen zum Ausbau und zur Verbesserung des ÖPNV zu investieren, weil ein 365 €-Ticket nur 2% bis 3 % neue Nutzer bringen würde. Der Zuschuss wäre jährlich aufzubringen ohne wesentlichen Mehrwert. Unabhängig davon werden Tarifvergünstigungen geprüft werden, die aber nicht einem 365 €-Ticket entsprechen. Ein 365 € Ticket auf breiter Basis mit Finanzierung durch Bund oder Land würde die Sachlage ändern.

Kfz-Verkehr

Ergänzend zu den oben genannten Maßnahmen beim Parkraummanagement sind folgende vorgesehen:

- Sobald der Freistaat Bayern die Höchstgrenze für Parkgebühren anhebt oder aufhebt, werden die Parkgebühren in Nürnberg erhöht, Ziel etwa 4 €/h in der Kernstadt, billiger außerhalb..
- Die Verwaltungsgebühr für das Ausstellen von Bewohnerparkausweisen soll spürbar angehoben werden, Ziel ca. 120 €.

Stand: 27.05.2022

ANHANG A1:

BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A2 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A2.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z. B. Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2, PM10 und PM2.5 von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von PM10 und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A2.1** angegeben.

Ergänzend zu diesen Grenzwerten nennt die 39. BImSchV Toleranzmargen; das sind in jährlichen Stufen abnehmende Werte, um die der jeweilige Grenzwert innerhalb festgesetzter Fristen überschritten werden darf, ohne in Deutschland die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Diese Werte werden als Übergangsbeurteilungswerte bezeichnet, sofern sie aufgrund der zeitlichen Zusammenhänge in den Betrachtungen der Planungen Berücksichtigung finden.

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für PM2.5, Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr

gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO_2	Stundenmittelwert	200 µg/m³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO_2	Jahresmittelwert	40 µg/m³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m³	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m³	seit 2005

Tab. A2.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. In der 39. BImSchV wurden u. a. die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben wurden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der ab dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist.

A2.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu den Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte bzw. Zielwerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM2.5-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM2.5-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM2.5-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20%, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m³ im Jahr 2020 erreicht werden.

A2.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit ihrer Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union am 11. Juni 2008 in Kraft getreten. Mit der 39. BImSchV hat die Bundesregierung die EU-Richtlinie weitgehend in nationales Recht umsetzt.

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM2.5-Richtgrenzwert von 20 µg/m³ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 sollte dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft werden.

A N H A N G A3

BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A3 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

Für die Berechnung der Schadstoffimmission an einem Untersuchungspunkt kommt das Berechnungsverfahren PROKAS zur Anwendung, welches den Einfluss des umgebenden Straßennetzes bis in eine Entfernung von mehreren Kilometern vom Untersuchungspunkt berücksichtigt. Es besteht aus dem Basismodul PROKAS_V (Gaußfahnenmodell) und dem integrierten Bebauungsmodul PROKAS_B, das für die Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung eingesetzt wird.

A3.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

Die Zusatzbelastung infolge des Straßenverkehrs in Gebieten ohne oder mit lockerer Randbebauung wird mit dem Modell PROKAS ermittelt. Es werden jeweils für 36 verschiedene Windrichtungsklassen und 9 verschiedene Windgeschwindigkeitsklassen die Schadstoffkonzentrationen berechnet. Die Zusatzbelastung wird außerdem für 6 verschiedene Ausbreitungsklassen ermittelt. Mit den berechneten Konzentrationen werden auf der Grundlage von Emissionsganglinien bzw. Emissionshäufigkeitsverteilungen und einer repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- und 98-Perzentilwert ermittelt.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO_2 erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2007). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO_2-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

A3.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS_B

Im Falle von teilweise oder vollständig geschlossener Randbebauung (etwa einer Straßenschlucht) ist die Immissionsberechnung nicht mit PROKAS_V durchführbar. Hier wird das ergänzende Bebauungsmodul PROKAS_B verwendet. Es basiert auf Modellrechnungen mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM für idealisierte Bebauungstypen. Dabei wurden für 20 Bebauungstypen und jeweils 36 Anströmrichtungen die dimensionslosen Abgaskonzentrationen c* in 1.5 m Höhe und 1 m Abstand zum nächsten Gebäude bestimmt.

Die Bebauungstypen werden unterschieden in Straßenschluchten mit ein- oder beidseitiger Randbebauung mit verschiedenen Gebäudehöhe-zu-Straßenschluchtbreite-Verhältnissen

und unterschiedlichen Lückenanteilen in der Randbebauung. Unter Lückigkeit ist der Anteil nicht verbauter Flächen am Straßenrand mit (einseitiger oder beidseitiger) Randbebauung zu verstehen. Die Straßenschluchtbreite ist jeweils definiert als der zweifache Abstand zwischen Straßenmitte und straßennächster Randbebauung. Die **Tab. A3.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10% bis 30% geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen c zu

$$c = \frac{c^* \cdot Q}{B \cdot u'}$$

wobei:	c	=	Abgaskonzentration in µg/m³
	c^*	=	dimensionslose Abgaskonzentration
	Q	=	emittierter Schadstoffmassenstrom in µg/(m s)
	B	=	Straßenschluchtbreite in m beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung
	u'	=	Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der fahrzeuginduzierten Turbulenz in m/s

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS_V für die Hintergrundbelastung und von PROKAS_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

Typ	Randbebauung	Gebäudehöhe/ Straßenschluchtbreite	Lückenanteil in %
0*	locker	-	61 - 100
101	einseitig	1:3	0 - 20
102	"	1:3	21 - 60
103	"	1:2	0 - 20
104	"	1:2	21 - 60
105	"	1:1.5	0 - 20
106	"	1:1.5	21 - 60
107	"	1:1	0 - 20
108	"	1:1	21 - 60
109	"	1.5:1	0 - 20
110	"	1.5:1	21 - 60
201	beidseitig	1:3	0 - 20
202	"	1:3	21 - 60
203	"	1:2	0 - 20
204	"	1:2	21 - 60
205	"	1:1.5	0 - 20
206	"	1:1.5	21 - 60
207	"	1:1	0 - 20
208	"	1:1	21 - 60
209	"	1.5:1	0 - 20
210	"	1.5:1	21 - 60

Tab. A3.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

A3.3 Fehlerdiskussion

Immissionsprognosen als Folge der Emissionen des Kfz-Verkehrs sind ebenso wie Messungen der Schadstoffkonzentrationen fehlerbehaftet. Bei der Frage nach der Zuverlässigkeit der Berechnungen und der Güte der Ergebnisse stehen meistens die Ausbreitungsmodelle im Vordergrund. Die berechneten Immissionen sind aber nicht nur abhängig von den Ausbreitungsmodellen, sondern auch von einer Reihe von Eingangsinformationen, wobei jede Einzelne dieser Größen einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die prognostizierten Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

* Typ 0 wird angesetzt, wenn mindestens eines der beiden Kriterien (Straßenschluchtbreite $\geq$ 5 x Gebäudehöhe bzw. Lückenanteil $\geq$ 61%) erfüllt ist.

Es ist nicht möglich, auf Basis der Fehlerbandbreiten aller Eingangsdaten und Rechenschritte eine klassische Fehlerberechnung durchzuführen, da die Fehlerbandbreite der einzelnen Parameter bzw. Teilschritte nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt sind. Es können jedoch für die einzelnen Modelle Vergleiche zwischen Naturmessungen und Rechnungen gezeigt werden, anhand derer der Anwender einen Eindruck über die Güte der Rechenergebnisse erlangen kann.

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung - PEF" (Flassak et al., 1996) wird der Einfluss von Unschärfen der Eingangsgrößen betrachtet. Einen großen Einfluss auf die Immissionskenngrößen zeigen demnach die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen sowie die Bebauungsdichte, die lichten Abstände zwischen der Straßenrandbebauung und die Windrichtungsverteilung.

Hinsichtlich der Fehlerabschätzung für die Kfz-Emissionen ist anzufügen, dass die Emissionen im Straßenverkehr bislang nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen ermittelt werden. Die Genauigkeit der Emissionen ist unmittelbar abhängig von den Fehlerbandbreiten der Basisdaten (d.h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

Nach BASt (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zähldaten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10%.

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO_x-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10% bis 20% für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20% aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechenergebnissen durch. Die Abweichungen zwischen Mess- und Rechenergebnissen lagen im Bereich von 10%, wobei die Eingangsdaten im Fall der Göttinger Straße sehr genau bekannt waren. Bei größeren Unsicherheiten in den Eingangsdaten sind höhere Rechenunsicherheiten zu erwarten. Dieser Vergleich zwischen Mess- und Rechenergebnissen dient der Validierung des Modells, wobei anzumerken ist, dass sowohl Messung als auch Rechnung fehlerbehaftet sind.

Hinzuzufügen ist, dass der Fehler der Emissionen sich direkt auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Hintergrundbelastung, d. h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtimmissionsbelastung geringer sind.