Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Immissionsschutz, Klima, Aerodynamik, Umweltsoftware

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0
Telefax: +49 (0) 721 / 6 25 10 30
E-Mail: info.ka@lohmeyer.de
URL: www.lohmeyer.de

Büroleiter: Dr.-Ing. Wolfgang Bächlin

bekanntgegebene Stelle nach § 29b BImSchG für den Aufgabenbereich O - Gerüche

MASTERPLAN FÜR DIE GESTALTUNG NACHHALTIGER UND EMISSIONSFREIER MOBILITÄT IN NÜRNBERG WIRKUNGSBERECHNUNGEN

Auftraggeber: Stadt Nürnberg

Bauhof 9

90402 Nürnberg

Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr. rer. nat. R. Hagemann

Dipl.-Ing. Helmut Lorentz

Dr. rer. nat. Ingo Düring

Dipl.-Ing. Wolfram Schmidt

Dr.-Ing. W. Bächlin

Juli 2018
Projekt 63584-17-01
Berichtsumfang 101 Seiten

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 6

3 VORGEHENSWEISE 13

3.1 Beurteilungsmaßstäbe für den Luftschadstoff Stickstoffdioxid 13

3.2 Berechnungsverfahren PROKAS 14

4 EINGANGSDATEN 15

4.1 Verkehrsdaten des Straßennetzes 15

4.2 Meteorologische Daten 20

4.3 Schadstoffhintergrundbelastung 20

5 EMISSIONEN 24

5.1 Betrachtete Schadstoffe 24

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren 24

5.2.1 Lokale PKW-Flottenzusammensetzung 24

5.2.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren 26

6 NO_2-IMMISSIONEN UND MASSNAHMENBETRACHTUNGEN 30

6.1 NO_2-Immissionen für den Bestand 2017 31

6.2 NO_2-Immissionen für den Prognosenullfall 2020 31

6.3 Maßnahmenbetrachtung straßennetzweit 35

6.3.1 Linienbusse 35

6.3.2 ÖPNV-Förderung 37

6.3.3 Lieferverkehr mit Lastenfahrrad 42

6.3.4 Fahrradverkehrsförderung 45

6.3.5 Mobilitätsstationen und Intermodalität 47

6.4 Betrachtung ausgewählter Straßenabschnitte 48

6.4.1 Ableitung erforderlicher Einschränkungen 51
6.4.2 Begrenzung des MIV-Anteils am Modal-Split 52
6.4.3 Förderung der E-Mobilität, Erweiterung der Ladesäulen 53
6.4.4 Umstellung kommunaler Fahrzeuge auf Elektroantrieb/Fuhrparkmanagement Stadtverwaltung 55
6.4.5 Parkraumbewirtschaftung 55
6.5 Kleinräumig begrenzte Maßnahmen 55
6.5.1 Vermehrter Einsatz von Hybrid-Rangierloks 55
6.5.2 Verbesserung der Landstromversorgungsanlagen im Hafen Nürnberg 59
6.5.3 Fassadenbegrünung in der Südstadt 64

7 MASSNAHMENBÜNDEL 66

8 LITERATUR 74

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN 79

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION 83

A3 IMMISSIONSSEITIGE ZUSATZBETRACHTUNG 89

A4 MASSNAHMENÜBERSICHT ZU DEN MASSNAHMEN VON DEN NACHBARSTÄDTEN UND -LANDKREISEN 91

A5 MASSNAHMENÜBERSICHT ZU DEN MASSNAHMEN DER STADT NÜRNBERG 96

Dieser Masterplan wurde im Rahmen des „Sofortprogramms Saubere Luft 2017 – 2020“ durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur gefördert.

Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG 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 m³ Luft (µg/m³ oder mg/m³).

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/m³ oder mg/m³ 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

Im Rahmen des Nationalen Forums Diesel wurde ein Mobilitätsfond eingerichtet, mit dem Ziel, Kommunen bei der Einhaltung der Stickoxidgrenzwerte zu unterstützen. Aufgrund von Überschreitungen des Grenzwerts für NO_2-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ an der Messstation Nürnberg/Von-der-Tann-Straße ist die Stadt Nürnberg als antragsberechtigte Kommune vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur aufgefordert, bis Ende Juli 2018 einen Masterplan mit zielgenauen Minderungsmaßnahmen vorzulegen.

Für den Masterplan wurden relevante Maßnahmen aus bereits vorhandenen Planungen zusammengeführt und neue Maßnahmen entwickelt. Als wesentlicher Schritt wurden die Maßnahmen im Hinblick auf ihre NO_2-Minderungswirkung rechnerisch betrachtet und bewertet. Benannt werden folgende Maßnahmenschwerpunkte:

- **Digitalisierung des Verkehrssystems / Vernetzung im ÖPNV**
- **Öffentlicher Personennahverkehr**
- **Radverkehr**
- **Elektrifizierung des Verkehrs**
- **Urbane Logistik**
- **Sonstige Maßnahmen**

Die detaillierte Liste der Maßnahmen ist im Anhang A5 aufgeführt.

Die rechnerische Umsetzung der genannten Maßnahmen gliedert sich aus fachlichen Gesichtspunkten in drei Gruppen. Für die erste Gruppe der Maßnahmen liegen ausreichend Informationen vor, die eine Übertragung der Freisetzungsminderung auf das gesamte städtische Straßennetz bzw. große Teile davon ermöglichen. Für die zweite Gruppe erfolgte aufgrund der Informationslage eine exemplarische Betrachtung an ausgewählten Hauptverkehrsstraßen bzw. Zufahrtsstraßen in den zentralen Stadtbereich. Die dritte Gruppe der Maßnahmen bezieht sich auf räumlich stark begrenzte Teilbereiche des Stadtgebietes.

Für die Maßnahmen „Linienbusse“, „Lieferverkehr mit Lastenfahrrad“ und „Förderung der E-Mobilität“ wurde flächenhaft, für die Maßnahmen „Vermehrter Einsatz von Hybrid-Rangierloks“ und „Verbesserung der Landstromversorgungsanlagen im Hafen Nürnberg“ wurde für Teilgebiete die Minderungswirkung berechnet. Für weitere Maßnahmen wurde die Minderungswirkungsberechnung nach thematischen Maßnahmengruppen vorgenommen, da die Wirkung einzelner Maßnahmen auf der Grundlage der verfügbaren Eingangsdaten nicht

abbildbar war. Für die Berechnung der Minderungswirkung der thematischen Maßnahmengruppen "ÖPNV-Förderung", "Fahrradverkehrsförderung", "Mobilitätsstationen & Intermodalität" und „Parkraumbewirtschaftung“ wurden Analogieschlüsse basierend auf Angaben in der Fachliteratur zur Reduktion der MIV-Fahrten getroffen.

Daraus ergaben sich für die beschriebenen Maßnahmengruppen moderate Minderungswirkungen mit geringen Unterschieden, die keine eindeutige Priorisierungsrangfolge bezüglich der Minderungsintensität aufzeigt. Dementsprechend wurde die Vorgehensweise erweitert und es wurden durch die Stadtverwaltung Nürnberg drei Maßnahmenbündel mit Maßnahmen aus den verschiedenen Themenbereichen zusammengestellt und für die Darstellung der Minderungsmaßnahmen vorgegeben. Bei der Zusammenstellung war das Sofortprogramm Saubere Luft maßgebend. Der Fokus lag auf der schnellen Umsetzung bzw. Umsetzbarkeit und einer relativ hohen Wirksamkeit. Die drei Maßnahmenbündel sind:

- Umsetzung bereits beschlossener Maßnahmen
- Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen
- Maßnahmen mit höchster Wirkung

Insgesamt ist aus den Immissionsberechnungen abzuleiten, dass mit der erwarteten Entwicklung der Kfz-Zusammensetzung an der Luftmessstation Nürnberg/Von-der-Tann-Straße der NO_2-Jahresmittelwert von derzeit 43 µg/m³ im Jahr 2017 auf ca. 39 µg/m³ im Jahr 2020 zurückgeht und die genannten Maßnahmen diesen Rückgang unterstützen, stabilisieren und noch zu moderaten weiteren Verringerungen führen.

Entsprechend den NO_2-Berechnungen für das Hauptverkehrsstraßennetz von Nürnberg unter Berücksichtigung der Randbebauung sind an einigen Straßenabschnitten vergleichbare bzw. höhere NO_2-Konzentrationen bezogen auf die Luftmessstation abgeleitet. Dort führen die Entwicklungen bis zum Prognosejahr 2020 und die betrachteten Maßnahmen zu verringerten Konzentrationen, wobei nicht an allen hochbelasteten Straßenabschnitten entsprechend den Prognoseberechnungen ein Überschreiten der NO_2-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ vermieden werden kann. Für solch einen Straßenabschnitt ist bei entsprechender Erforderlichkeit im Hinblick auf die Beurteilung und die weitere Auslösung der Luftreinhalteplanung eventuell eine messtechnische Beobachtung zu empfehlen.

Zusammenfassend sind die mit Netzwirkung berechneten Immissionen für den Bestand 2017 und den Prognosenullfall 2020 sowie die oben genannten drei Maßnahmenbündel für eine Auswahl von Straßenabschnitten ausgewertet. Aus der Säulendarstellung für die Mess-

standorte und weitere ausgewählte Straßenabschnitte der **Abb. 1.1** ist ablesbar, dass an dem Straßenabschnitt der Von-der-Tann-Straße, an dem die Luftmessstation der LfU-Bayern gelegen ist und für das Jahr 2020 keine Überschreitung des in der 39. BImSchV genannten NO_2-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ prognostiziert wird, die Maßnahmenbündel 1, 2 und 3 zu weiteren Minderungen führen. An den anderen dargestellten Abschnitten von Hauptverkehrsstraßen bewirken die drei genannten Maßnahmenbündel weitere NO_2-Minderungen gegenüber dem Prognosenullfall 2020.

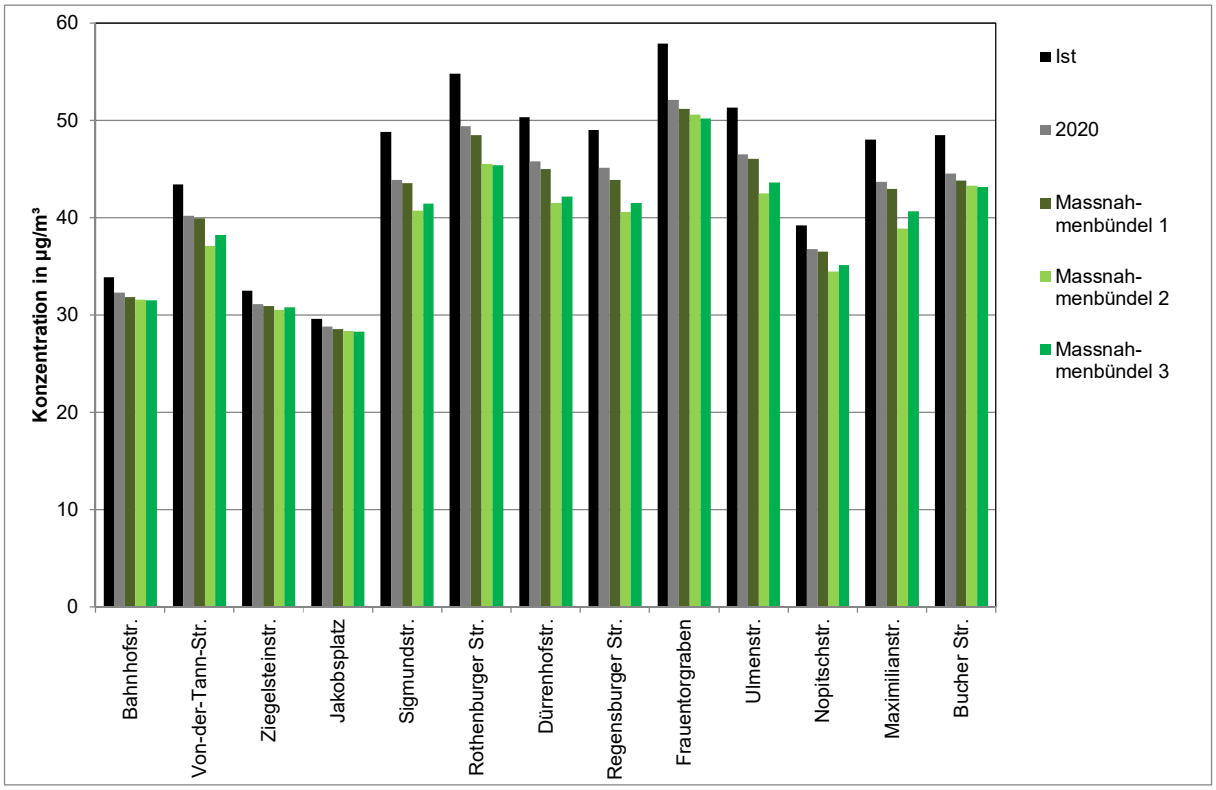


Abb. 1.1: Berechnete NO_2-Jahresmittelwerte für 2017 und 2020 und die genannten Maßnahmenbündel für ausgewählte Straßenabschnitte und Messstandorte in Nürnberg.

Mit dem Masterplan liegt der Stadt Nürnberg nun eine Grundlage vor, auf deren Basis das weitere Vorgehen entwickelt werden kann. Im nächsten Schritt sind Maßnahmen auszuwählen, die kurzfristig umgesetzt und für die Fördergelder im Rahmen des Sofortprogramms beantragt werden können. Im Weiteren sind ergänzende Untersuchungen, wie spezifische Verkehrsumlegungen zu den verschiedenen Maßnahmen notwendig, um valide Werte zur Reduzierung von MIV-Fahrten zu erhalten und die spezifische Minderungswirkung von Maßnahmen im Hinblick auf NO_2–Jahresmittelwerte im Detail bewerten zu können.

2 AUFGABENSTELLUNG

Im Rahmen des Nationalen Forums Diesel wurde ein Mobilitätsfond eingerichtet, mit dem Ziel, Kommunen bei der Einhaltung der Stickoxidgrenzwerte zu unterstützen. Aufgrund von Überschreitungen des Grenzwerts für NO_2-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ an der Messstation Nürnberg/Von-der-Tann-Straße ist die Stadt Nürnberg als antragsberechtigte Kommune vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur aufgefordert, bis Ende Juli 2018 einen Masterplan mit zielgenauen Minderungsmaßnahmen vorzulegen.

Für den Masterplan sollen die relevanten Maßnahmen aus bereits vorhandenen Planungen zusammengeführt und gegebenenfalls neue Maßnahmen entwickelt werden. In einem weiteren Schritt sollen die Maßnahmen im Hinblick auf ihre NO_2-Minderungswirkung bewertet werden. Abschließend sind die bewerteten Maßnahmen zu priorisieren und nach Möglichkeit bestehenden Förderprogrammen zuzuordnen.

Benannt werden folgende Maßnahmenschwerpunkte, die im Detail währende der Bearbeitungsphase erweitert wurden und im Anhang A5 aufgeführt sind:

Digitalisierung des Verkehrssystems / Vernetzung im ÖPNV

- Beschleunigungsmaßnahmen für Straßenbahnen und Busse. Umsetzungszeitpunkt: sobald Personal finanziert und eingestellt werden kann.

  Die Bevorrechtigung von Straßenbahnen und Bussen sorgt dafür, dass Takte eingehalten werden können und die Anschlusssicherheit für umsteigende Fahrgäste verbessert wird. Beide Faktoren sind wesentlich für die Attraktivität des ÖPNV, weil sie für Zuverlässigkeit stehen. Die Konzepte der ÖPNV-Beschleunigung wurden vom Nürnberger Stadtrat beschlossen.

- Beschleunigte Umsetzung E-Ticketing
- 100 %-Ausbau WLAN
- Mobilitätsstationen, Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

  Im Oktober 2016 hat die Stadt Nürnberg mit acht Mobilpunkten die erste Stufe des Konzeptes zum Aufbau von Mobilitätsstationen umgesetzt. An den Mobilpunkten soll eine Verknüpfung verschiedener Mobilitätsangebote und Verkehrsarten erfolgen, die jeweils das Kriterium der stadtverträglichen und umweltgerechten Mobilität erfüllen. Konkret bedeutet dies, dass eine Mobilitätsstation aus Stellplätzen für Carsharing-Fahrzeuge, Radständern und einer Fahrradverleihstation bestehen sollte. Um die Verknüpfung mit

dem öffentlichen Nahverkehr zu erreichen, befinden sich die Stationen an einer Straßenbahn- oder U-Bahnhaltestelle. Auch die räumliche Nähe von Taxistandplätzen und die Integration von Taxis kann eine sinnvolle Ergänzung einer Mobilitätsstation sein.

Ziel ist es, mit dem Angebot die multimodale Verkehrsmittelnutzung zu unterstützen und auf die Möglichkeit, Carsharing-Fahrzeuge zu nutzen, aufmerksam zu machen. Die Erfahrungen zeigen, dass ein Carsharing-Fahrzeug bis zu 15 private Fahrzeuge ersetzt und die Kunden von Carsharing nutzen überwiegend öffentliche Nahverkehrsmittel und das Fahrrad.

Die Erfahrungen nach einem Jahr zeigen, dass das Carsharing-Angebot an den Mobilpunkten sehr gut angenommen wird. Um das Netz an Mobilitätsstationen zu verdichten und das Angebot auf andere Stadtteile auszuweiten, sollen weitere 50 Mobilpunkte im gesamten Stadtgebiet aufgebaut werden.

Öffentlicher Personennahverkehr

- Anschaffung Straßenbahnzüge: Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

  Ein weiterer Faktor, der die Takteinhaltung und Anschlusssicherheit im ÖPNV beeinflusst, ist der Fuhrpark, konkret die Anzahl der zur Verfügung stehenden Fahrzeuge. Vor allem zu den Hauptverkehrszeiten mit dichtem Stadtverkehr wären zusätzliche Straßenbahnfahrzeuge notwendig zum Ausgleich von Unterdeckungen im bestehenden Netz und für nachfrageabhängige, teilstreckenbezogene Angebotsverstärkungen sowie für die Verlängerung der Linie 8.

- Anschaffung von zusätzlichen U-Bahnwagen: Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich.
  - Beschaffung weiterer 7 konventioneller Fahrzeuge G1 zu Taktverdichtungen auf der U1 für zukünftige Fahrgastnachfragesteigerungen
  - Ertüchtigung der Zugsicherung U1 für evtl. zukünftige Taktverdichtungen auf 120s (100s) (konventioneller Betrieb), zusätzlich (automatischer Betrieb)
  - Beschaffung weiterer automatischer Fahrzeuge zur Abdeckung des erwarteten Fahrgastzuwachses auf U2 und U3 (regulärer Zuwachs und Verlängerung U3)

- Umstellung der Busflotte auf emissionsarme Antriebe: Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

  Derzeit hat die Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg (VAG) einen Bestand von 80 Erdgasbussen, 2 dieselelektrischen Hybridbussen und 93 dieselbetriebenen Bussen. Ab Ende 2018 verfügen alle 93 Dieselbusse über einen Euro 6 bzw. EEV-Standard. 42 Euro 5/EEV Dieselbusse und 2 Dieselhybridbusse könnten auf Euro 6-Norm nachgerüstet werden.

- Der Stadtrat hat 2012 den Nahverkehrsentwicklungsplan 2025+ beschlossen. Die darin zur vertieften Untersuchung vorgeschlagenen Maßnahmen müssen nach und nach angegangen werden. Derzeit wird eine Nutzen/Kosten-Untersuchung für die Stadtbahn nach Kornburg erarbeitet und die Vergabe der Nutzen/Kosten-Berechnung für die Weiterführung der Straßenbahn in das Entwicklungsgebiet ehemaliger Südbahnhof vorbereitet.

  Mit Fördermitteln könnten die nächsten Schritte angegangen werden. Sofern die standardisierten Bewertungen für die beiden genannten Projekte ein positives Ergebnis bringen (Herbst 2017 bzw. Sommer 2018), könnten die Detailplanungen beginnen und intensive Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt werden. Für die drei weiteren vorgeschlagenen Maßnahmen könnten die vertieften Untersuchungen mit Nutzen/Kosten-Berechnungen vergeben werden. Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

- Verlängerung der Linie 8 von der Tristanstraße zur Brunecker Straße, Umsetzungszeitpunkt: ca. 2021
- Umbau von straßenbündigem Bahnkörper in besonderen Bahnkörper mit dem Ziel der Verbesserung des Reisezeitverhältnisses MIV-ÖV, Anschlusssicherung, Verlässlichkeit => Strecken sind zu ermitteln, Kosten davon abhängig, Umsetzungszeitpunkt: mittelfristig
- Schaffung einer Wendemöglichkeit Linie 4 im Bereich Friedrich-Ebert-Platz und/oder Schaffung einer Gleisverbindung zwischen Hallerstraße (Linie 6) und Tiergärtnertor (Linie 4) zur Aufrechterhaltung des Betriebes der Linie 4 bei Störungen im Norden oder nach Hallertor, Anbindung Friedrich-Ebert-Platz mit der Straßenbahn auch bei Störungen, Umsetzungszeitpunkt: mittelfristig
- Weitere Busspuren, Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich
- Sonstige Maßnahmen im ÖPNV: Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich
  - Imagekampagnen pro ÖPNV/Umweltverbund
  - Erweiterung ÖPNV-Dialogmarketing auf Dialogmarketing für den Umweltverbund
  - Digitale Infovitrinen für wichtige U-Bahnstationen: 100 Vitrinen
  - Revitalisierung U-Bahnen und Stationen

Radverkehr

- Ausbau von Bike+Ride-Anlagen, Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich
- Planung und Bau von Radverkehrsanlagen (Lückenschlüsse) an folgenden Hauptverkehrsstraßen, die aufgrund ihrer Bedeutung im Radwegenetz sehr hohe Priorität genießen: Maximilianstraße nördlich Fürther Straße, Rothenburger Straße zwischen Elsa-

Brändström-Straße und Wallensteinstraße, Bayreuther Straße zwischen Welserstraße und Rathenauplatz stadteinwärts, Holsteiner Straße südlich Marktäckerstraße. Bei allen vier Straßen sind größere Umbaumaßnahmen erforderlich, um Radstreifen realisieren zu können. Umsetzungszeitpunkt: 2019 ff.

- Planung und Realisierung von Radschnellverbindungen. Eine im September 2017 fertiggestellte Machbarkeitsstudie hat Potentiale und Trassen für Radschnellverbindungen in Nürnberg und der Region aufgezeigt. Für Planung und Umsetzung sind finanzielle Mittel erforderlich. Im Rahmen der Planung muss eine intensive Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt werden, um die Akzeptanz für die Projekte zu erhöhen. Umsetzungszeitpunkt: sobald Personal finanziert und eingestellt werden kann.
- Aufbau eines Fahrradverleihsystems, das von der Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg als Ergänzung zum ÖPNV-Angebot konzipiert wird. Das bestehende, privat betriebene System weist erhebliche technische und konzeptionelle Mängel auf und wird deshalb immer weniger genutzt. Erfahrungen aus den Jahren 2013 und 2014 zeigen, dass ein erhebliches Nutzerpotential besteht, wenn eine tarifliche und organisatorische Verknüpfung mit dem ÖPNV besteht.
  Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich
- Realisierung der vom Verkehrsausschuss des Stadtrates beschlossenen Rotmarkierung der bestehenden Radstreifen. Rot eingefärbte Radstreifen tragen dazu bei, dass die für den Radverkehr reservierten Flächen besser sichtbar sind, nicht zugeparkt und von Kfz befahren werden. Sie erhöhen damit die objektive und subjektive Sicherheit der Radfahrenden und motivieren zu einer verstärkten Radnutzung. Aufgrund der Kosten kann die Roteinfärbung von Radstreifen derzeit nur beim Neubau oder der Sanierung erfolgen. Um schneller den positiven Effekt der Rotmarkierung erzielen zu können, ist die Einfärbung bestehender Anlagen sehr sinnvoll.
  Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich
- Realisierung der Freiraumverbindung von der Nordstadt zum Marienbergpark. Im Flächennutzungsplan der Stadt Nürnberg sind übergeordnete Freiraumverbindungen festgesetzt, die Fußgängern und Radfahrern sichere Wegeverbindungen in Grünachsen abseits der vom Kfz genutzten Straßen anbieten sollen. Eine wichtige Freiraumverbindung verläuft in der Nordstadt entlang des neuen Wohngebiets am ehemaligen Nordbahnhof und soll über eine Brücke über den vielbefahrenen Nordring bis zum Marienbergpark und weiter führen. Für die Umsetzung der Freiraumverbindung muss die abgerissene Bahnbrücke über den Nordring hergestellt werden.
  Umsetzungszeitpunkt: ca. 2019

- Umsetzung des Konzeptes Fahrradstraßen, das derzeit von der Verwaltung erarbeitet und voraussichtlich Mitte 2018 dem Verkehrsausschuss des Stadtrates zur Beschlussfassung vorgelegt wird. Vorgesehen ist die Ausweisung von etwa 20 Straßenabschnitten zu Fahrradstraßen, um dem Radverkehr sichere und schnelle Routen zur Verfügung stellen zu können.
  Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

Elektrifizierung des Verkehrs

- Umstellung der Busflotte auf elektrischen Antrieb: Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

  Nach Einschätzung der VAG wird der Markt für E-Busse, der bislang überwiegend durch teure Prototypen und Kleinserienfahrzeuge geprägt ist, kurz- bis mittelfristig leistungsfähige E-Busse aller Hersteller anbieten. Neben der Beschaffung der E-Busse sind insbesondere die notwendigen Investitionen in die elektrische Versorgung und die Ladeinfrastruktur sowie in Softwarelösungen zur Steuerung der Ladetechnik und Betriebsabläufe zu berücksichtigen. Unter Berücksichtigung des aktuellen Einsatzprofils der VAG-Busflotte und weiterer Rahmenbedingungen verfolgt die VAG das Konzept der Depotladung. Hierfür wurde ein Szenario entwickelt, wie 50 % der Busflotte bis zum Jahr 2030 durch elektrisch angetriebene Busse ersetzt werden könnte.

- Umstellung kommunale Nutzfahrzeuge Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

  Die Nutzfahrzeuge im kommunalen Fuhrpark sollen nach und nach auf elektrische Antriebe umgestellt werden. Bei der kommunalen Feuerwehr können z. B. 15 dieselbetriebene Pkw und 10 Transporter durch Kfz mit Elektroantrieb ersetzt werden. Gleichzeitig ist die Umstellung der Werkstätten erforderlich (Herstellung von Lademöglichkeiten, Ausrüstung, Fortbildung usw.). Zusätzlich steht die Neubeschaffung von Lkw und Pkw in Euro 6-Norm an.

- Vermehrter Einsatz von Hybrid-Rangierloks Umsetzungszeitpunkt: mittelfristig

  Nach positiven Erfahrungen mit dem Pilotprojekt im Nürnberger Hauptbahnhof wird Ausweitung angestrebt.

- Verbesserung der Landstromversorgungsanlagen im Hafen Nürnberg Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

  Für die 135 m langen und energieintensiven Kreuzfahrtschiffe im Personenhafen Nürnberg am Rhein-Main-Donau-Kanal soll das Landstromversorgungsangebot von 400 Ampère auf 800 Ampère (Doppelanschluss Powerlok) verbessert werden. Dadurch müssen Schiffsmotoren während des Anlegevorgangs nicht mitlaufen. Bislang bestehen drei

Landstromterminals mit 800 Ampère Doppelanschluss, aber die Schiffstechnik erfordert zunehmend mehr Leistung von der Landstromversorgung. Sieben weitere Terminals könnten auf Doppelanschluss umgebaut werden.

Urbane Logistik

- Förderung der Anschaffung von privaten Pedelec-Lastenrädern. Damit soll insbesondere der lokale Lieferdienst von KMUs vor Ort mit Lastenrädern unterstützt werden, um die Anzahl der Lieferkraftfahrzeuge in innerstädtischen Gebieten zu reduzieren.
  Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

- Logistikkonzepte Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

  In Nürnberg wird aktuell ein Pilotprojekt „Lastenfahrräder für die Stadtlogistik“ in einem an die Altstadt angrenzenden dichtbebauten Gebiet durchgeführt. Auf der „letzten Meile“ von einem Stadtteildepot zum Empfänger erfolgt die Paketzustellung per Lastenfahrrad. Der Praxistest von zwei Paketdienstleistern wird von der TH Nürnberg wissenschaftlich begleitet. Projektbeteiligte sind zudem die IHK Nürnberg, die Stadt Nürnberg sowie das Bayerische Staatsministerium des Innern, das dieses Projekt finanziell fördert. Auswertungen der ersten Projektmonate haben gezeigt, dass die Zustellung durch Lastenräder nicht nur ein großes wirtschaftliches Potenzial hat, sondern auch in erheblichem Umfang zur Reduktion von Emissionen im Verkehr führt. Die Stadt Nürnberg würde daher eine Ausdehnung des Konzeptes auf weitere innerstädtische Gebiete und eine funktionale Erweiterung durch Integration des Privatkundengeschäftes außerhalb des Handels forcieren.

Sonstige Maßnahmen

- Mobilitätskonzept Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

  Auf dem Gelände des ehemaligen Südbahnhofs (110 ha) entsteht ein neuer Stadtteil mit Wohnen, Dienstleistung, sozialen Einrichtungen, Gewerbe und einer Hochschule. Ein Verkehrsgutachten hat gezeigt, dass der Verkehr, der durch die neuen Nutzungen erzeugt wird, einen überdurchschnittlich hohen Anteil an den Verkehrsarten des Umweltverbundes aufweisen muss, damit der Verkehr im angrenzenden Hauptverkehrsstraßennetz noch bewältigt werden kann. Es soll ein externes Büro mit der Erarbeitung eines Mobilitätskonzepts für emissionsarme Mobilität beauftragt werden, das Maßnahmen aufzeigt, die bereits im Bebauungsplan Berücksichtigung finden sollen und mit denen eine geänderte Verkehrsmittelverteilung im neuen Stadtteil erreicht werden kann. Das Mobilitätskonzept soll gleichzeitig als Pilotstudie fungieren und die erarbeiteten Maßnahmen auf weitere Entwicklungsgebiete (z. B. Tiefes Feld, Thon / Wetzendorf) übertragbar sein.

– Pilotprojekt „Fassadenbegrünung“ in der Südstadt Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

Teile der Südstadt weisen vergleichsweise hohe Belastungen durch NO_2 auf. In diesem Schwerpunktbereich sollen Projekte zur Fassadenbegrünung besonders gefördert werden. Im Stadtklimagutachten für die Stadt Nürnberg (2014) wird als eine wichtige Maßnahme in Bezug auf die Luftreinhaltung „Dach- und Fassadenbegrünung“ genannt. Aufgrund der städtebaulichen Struktur mit hoher Blockrandbebauung entlang vielbefahrener Straßen entsteht eine für den Luftaustausch ungünstige Situation. Durch die gezielte Begrünung von Fassaden in besonders belasteten Bereichen können Luftschadstoffe zurückgehalten und der Luftaustausch (stärkere Zirkulation durch Entstehung von Verdunstungskühle und Schatten) verbessert werden.

– Fuhrparkmanagement Stadtverwaltung Umsetzungszeitpunkt: unverzüglich

Eine durchgeführte Potenzialanalyse zur Bewirtschaftung des städtischen Fuhrparks im Bereich der Personenmobilität (ohne Kommunalfahrzeuge > 3,5 t) ergab ein Einsparungspotential in Höhe von 17 % des CO_2-Ausstoßes und ca. 20 % der Kosten. Durch die Verjüngung, Verkleinerung und die sukzessive Umstellung auf alternative Antriebe des Fahrzeug-bestandes unter Änderung der bisherigen Organisation der städtischen Dienstfahrzeuge -Personenmobilität -, vorzugsweise mit einem Carsharing-Dienstleister, kann der unmittelbare CO_2-Ausstoß der dienstlichen Personenmobilität um 30 % bzw. 185 t reduziert werden. Durch den verstärkten Einsatz von Elektro-Pkw im Pool und die Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom kann der CO_2-Ausstoß und der Ausstoß von Stickoxiden noch stärker gesenkt werden.

Ausgaben für Fahrzeuge sowie die dienstliche Nutzung von Privat-Pkw reduzieren sich nach vollständiger Implementierung insgesamt um ca. 35%. Das Einsparpotenzial ergibt sich insbesondere aus

- der Reduzierung der Fahrzeuganzahl, verbunden mit der Einführung einer transparenten, dienststellenübergreifenden Buchungsmöglichkeit
- der Reduzierung der Fahrzeuggrößen sowie
- der Vermietung an die Beschäftigten.

Durch die Nutzung moderner Carsharing-Technologie werden neben dem reinen Pooling zeitgleich zahlreiche Nebenprozesse optimiert und damit sowohl die Prozesskosten gesenkt als auch die Prozesssicherheit in wichtigen Bereichen der Halterhaftung erhöht: elektronische Führerscheinkontrolle, elektronische Fahrtenbücher, Schaffung der Grundlage für ein automatisiertes Mobilitätscontrolling als Basis für eine Verrechnung der Mobilitätskosten.

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.

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung ist zu prüfen, in welcher Intensität durch die geplanten Maßnahmen die NO_2-Konzentrationen (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung verringert werden können. Der Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v.a. die 39. BImSchV.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf den v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoff Stickoxide. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO_2, Feinstaub PM2.5 und Kohlenmonoxid CO aufgrund der Emissionswerte und der derzeitigen Luftkonzentrationen von untergeordneter Bedeutung; für PM10 wurden in den letzten Jahren keine hohen Konzentrationen erfasst. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

3.1 Beurteilungsmaßstäbe für den Luftschadstoff Stickstoffdioxid

In **Tab. 3.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Anhang A1 erläuterten Beurteilungswerte für Stickstoffdioxid dargestellt. Der NO_2-Kurzzeitwert wird in Nürnberg seit Jahren entsprechend den Messdaten nicht erreicht und nicht überschritten und in dieser Untersuchung nicht weiter behandelt.

Schadstoff	**Beurteilungswert**	**Zahlenwert in µg/m³**	
		Jahresmittel	**Kurzzeit**
NO_2	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für NO_2-Immissionen nach 39. BImSchV (2010)

3.2 Berechnungsverfahren PROKAS

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.3 (UBA, 2017) unter Anwendung einer lokalen Kfz-Flottenzusammensetzung bestimmt.

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 des Wochengangs der Emissionen 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 Verkehrsumlegung übergeben.

Die Lage des Untersuchungsgebietes mit dem Straßennetz ist in **Abb. 4.1** aufgezeigt. In **Abb. 4.2** sind die Geländeverhältnisse dargestellt, aus denen die Längsneigung der Straßenabschnitte abgeleitet wurde.

Die Einflüsse der Randbebauung werden entlang den Hauptverkehrsstraßen typisiert berücksichtigt.

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

4.1 Verkehrsdaten des Straßennetzes

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 2016 und des LKW-Anteils. Zudem wurden Lagedaten der Linienbusstrecken übergeben.

Die Verkehrsbelegungsdaten sind im Überblick in **Abb. 4.3** aufgezeigt.

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen herangezogen, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen.

Für die Linienbusse wurde die Lage der Buslinien mit Angabe der werktäglichen Linienbusdaten übergeben. Diese sind im Überblick in **Abb. 4.4** aufgezeigt (die Legende für die Linienbusfahrten weicht von der für den Kfz-Verkehr trotz vergleichbarer Farbgebung ab).

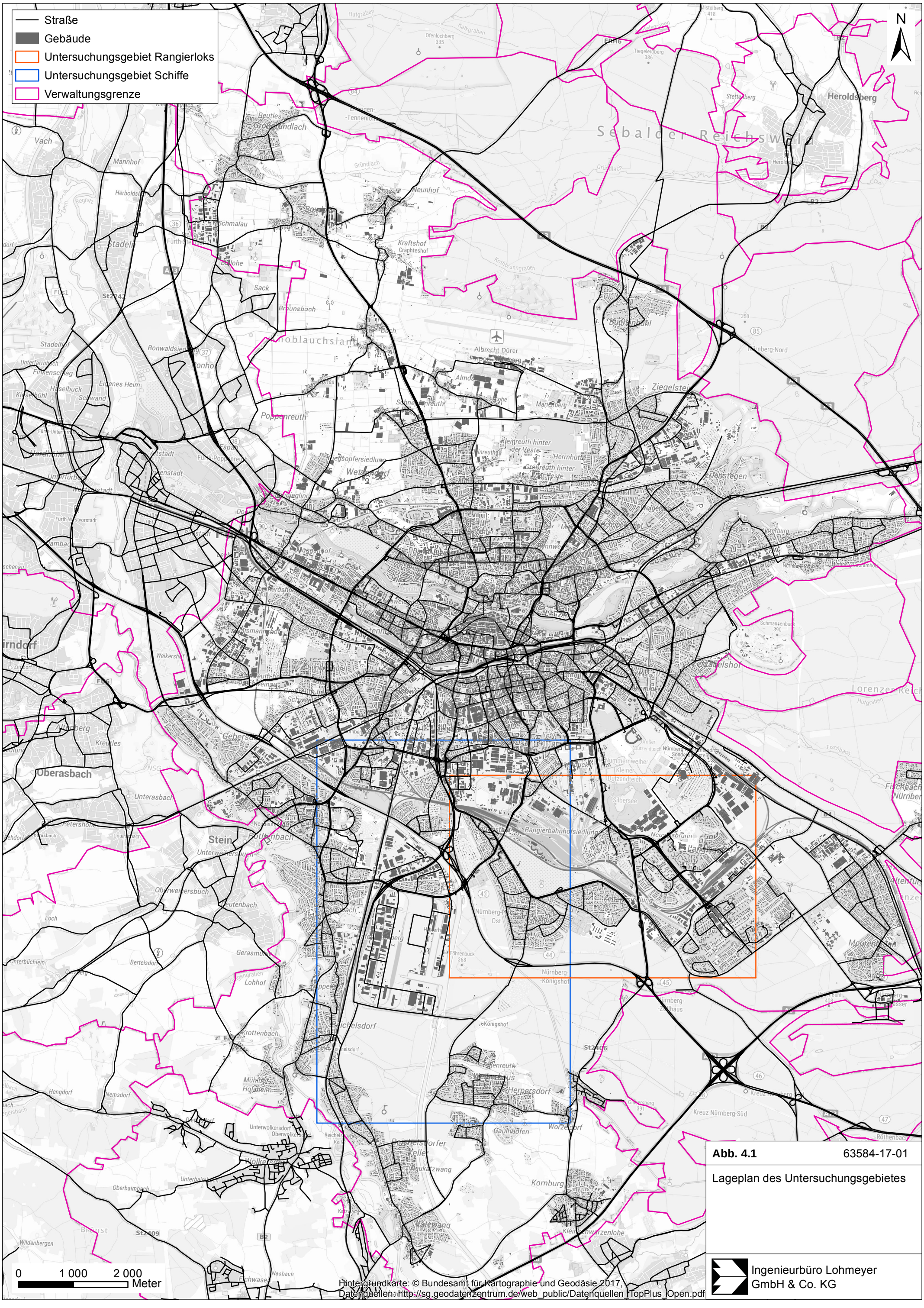
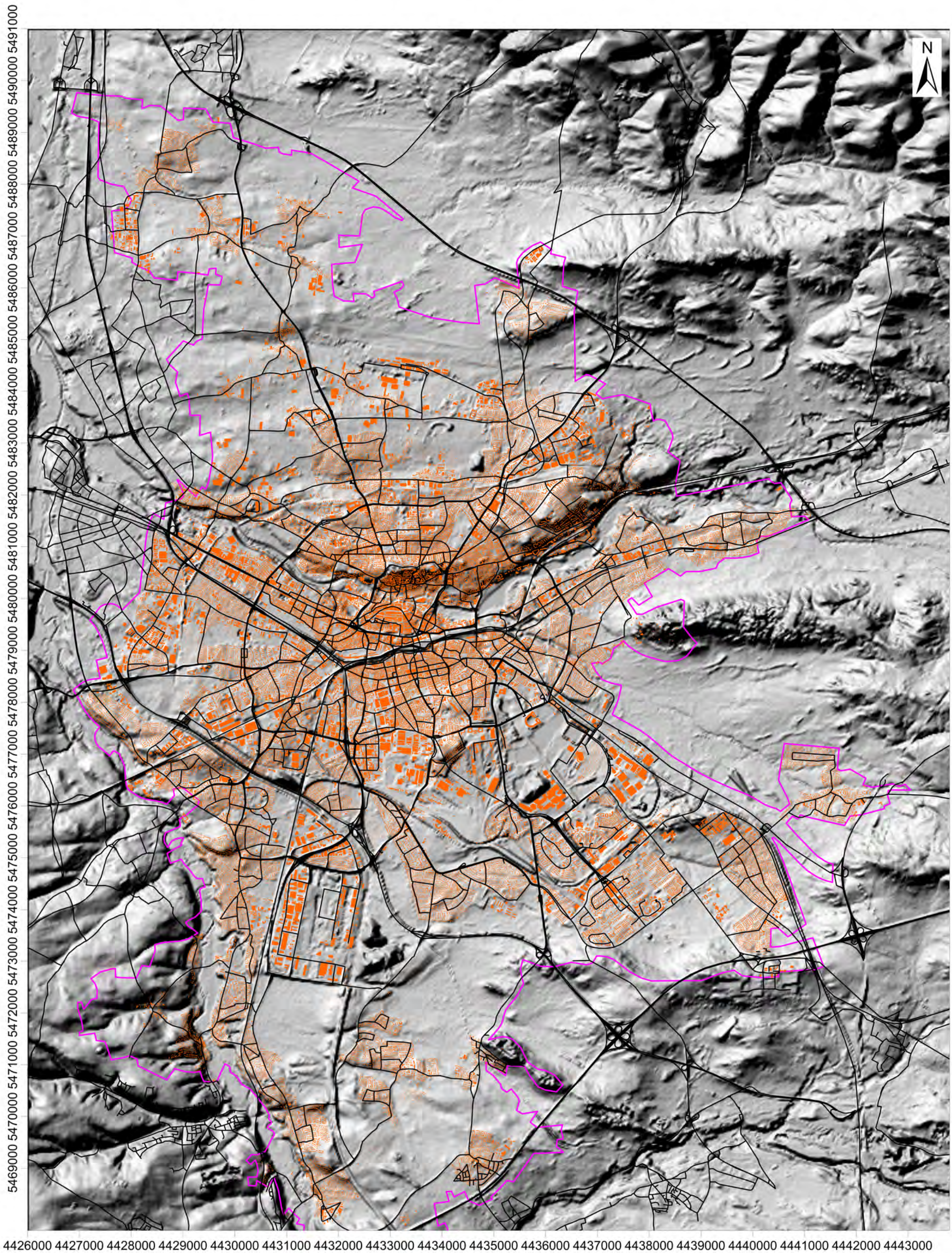


Abb. 4.1 63584-17-01

Lageplan des Untersuchungsgebietes

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Straße
Gebäude
Stadtgrenze Nürnberg

Abb. 4.2 63584-17-01

Relief des Untersuchungsgebietes

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

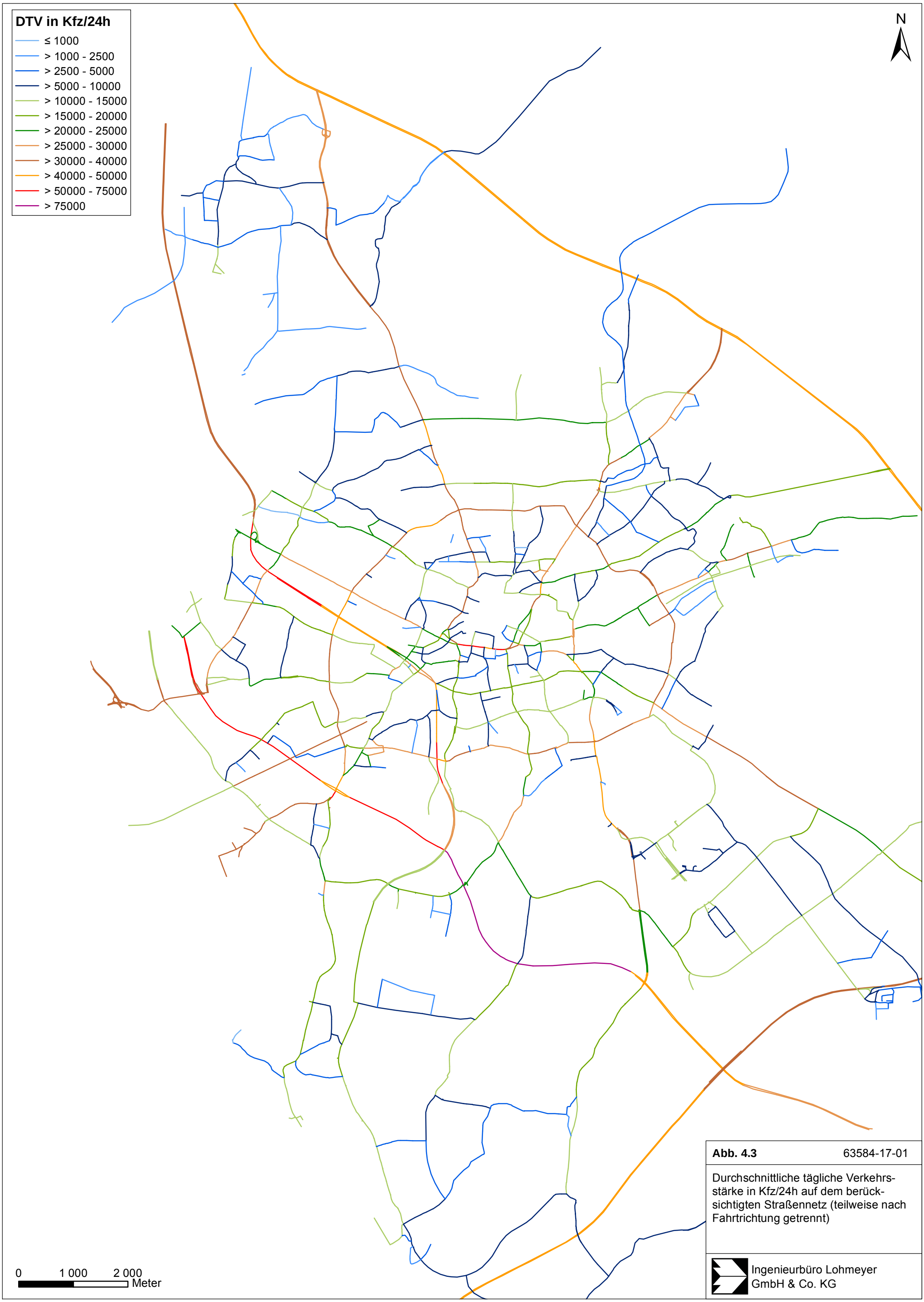


Abb. 4.3 63584-17-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h auf dem berücksichtigten Straßennetz (teilweise nach Fahrtrichtung getrennt)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

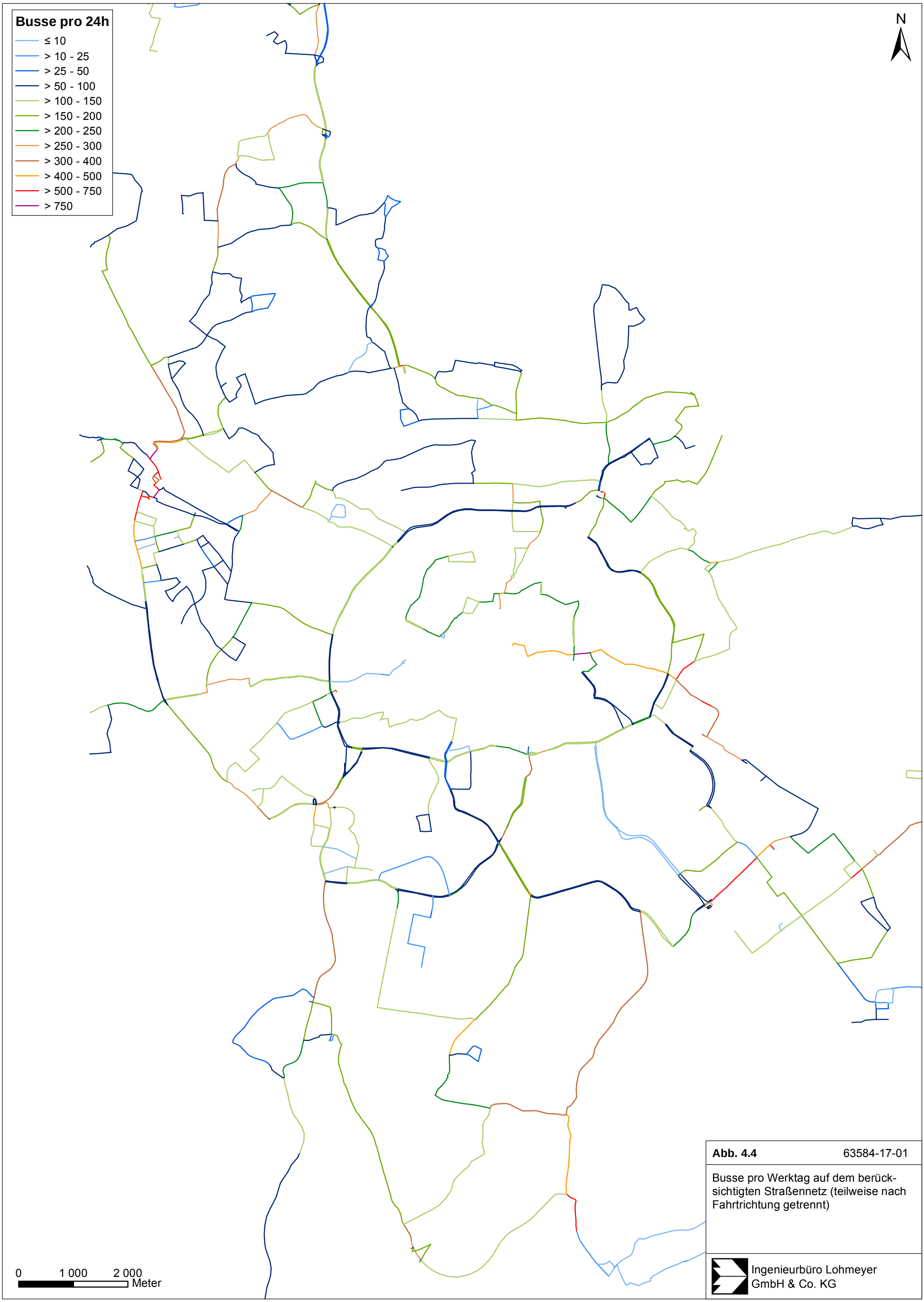


Abb. 4.4 63584-17-01

Busse pro Werktag auf dem berücksichtigten Straßennetz (teilweise nach Fahrtrichtung getrennt)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

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). 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. 4.5**). 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, 2007 – 2017, Stadt Nürnberg, 2011 – 2018). Die Kenngrößen für das Jahr 2017 sind von der LfU derzeit als vorläufig in Form eines Kurzberichts veröffentlicht. (LfU, 2018).

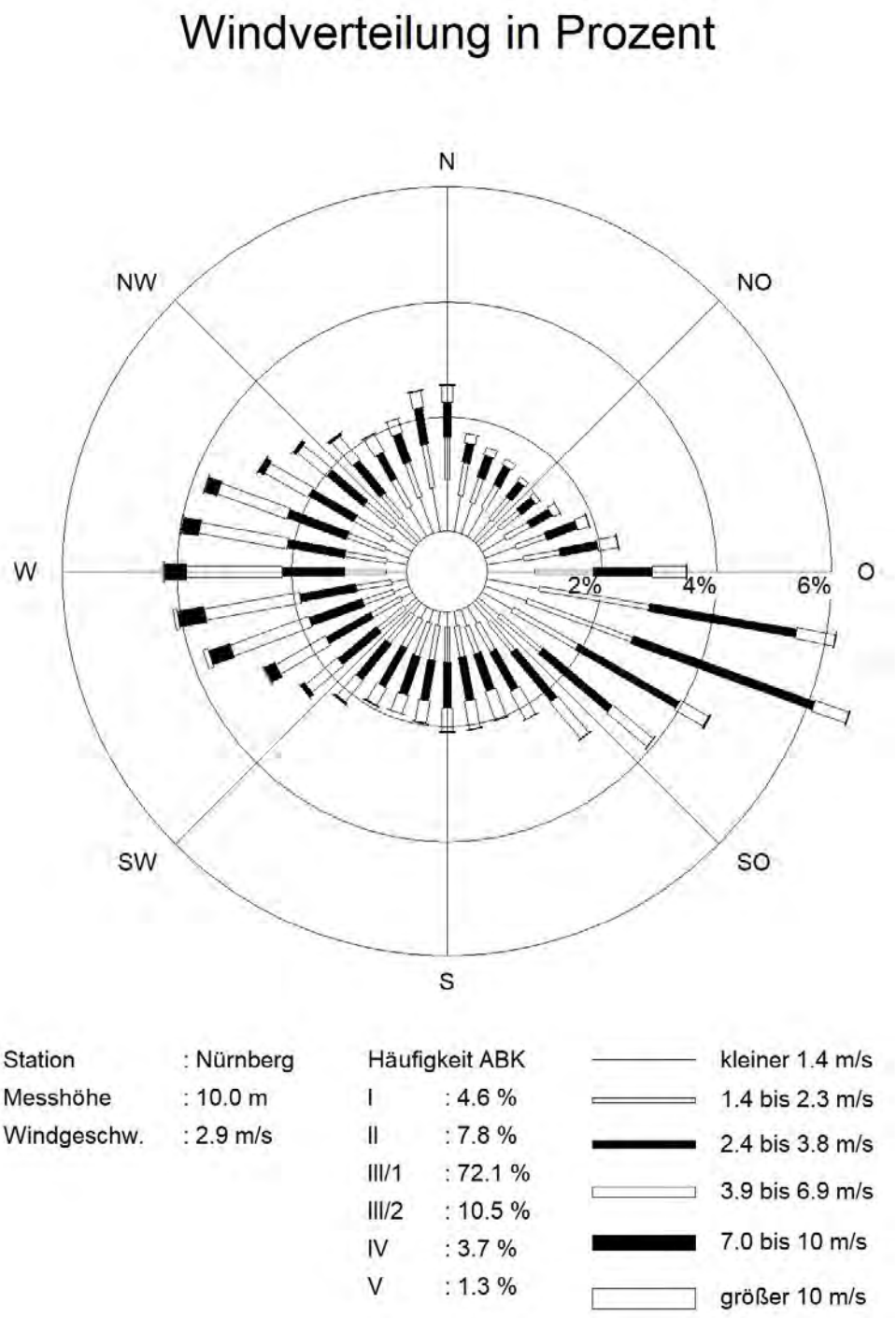


Abb. 4.5: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Messstation Nürnberg, Zeitraum 2008-2017 (Quelle: DWD)

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

Schadstoff-komponente		Bahnhof	Muggenhof	Von-der-Tann-Straße	Jakobs-platz	Ziegelstein-straße
NO_2-Jahresmit-telwert	**2007**	40	34	53	-	35
	2008	37	34	55	-	36
	2009	38	29	53	-	37
	2010	40	25	50	34	34
	2011	37	29	49	33	30
	2012	35	29	46	32	-
	2013	35	27	47	31	-
	2014	35	28	49	30	-
	2015	36	29	48	30	-
	2016	35	28	46	30	-
	2017	34	29	43	29	-

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

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. Für das zu betrachtende Prognosejahr 2020 zeigen Abschätzungen (RLuS, 2012) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der NO_2-Immissionen um ca. 9 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen, auf eine Reduktion der Werte wird daher verzichtet.

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.

Schadstoff	**Hintergrundbelastung in µg/m³**
NO_2-Jahresmittel	25

Tab. 4.2: Hintergrundbelastungswerte im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr (2017/2020).

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 bis 3.5 t zulässigem Gesamtgewicht (lNfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

5.2.1 Lokale PKW-Flottenzusammensetzung

Aus den Fahrzeugzulassungsstatistiken des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) haben wir exemplarisch für das Jahr 2017 die gemeldete PKW-Flottenzusammensetzung für Nürnberg Stadt und Nürnberg Land ausgelesen. Nach dem 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 zusammenfassen-

den 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.

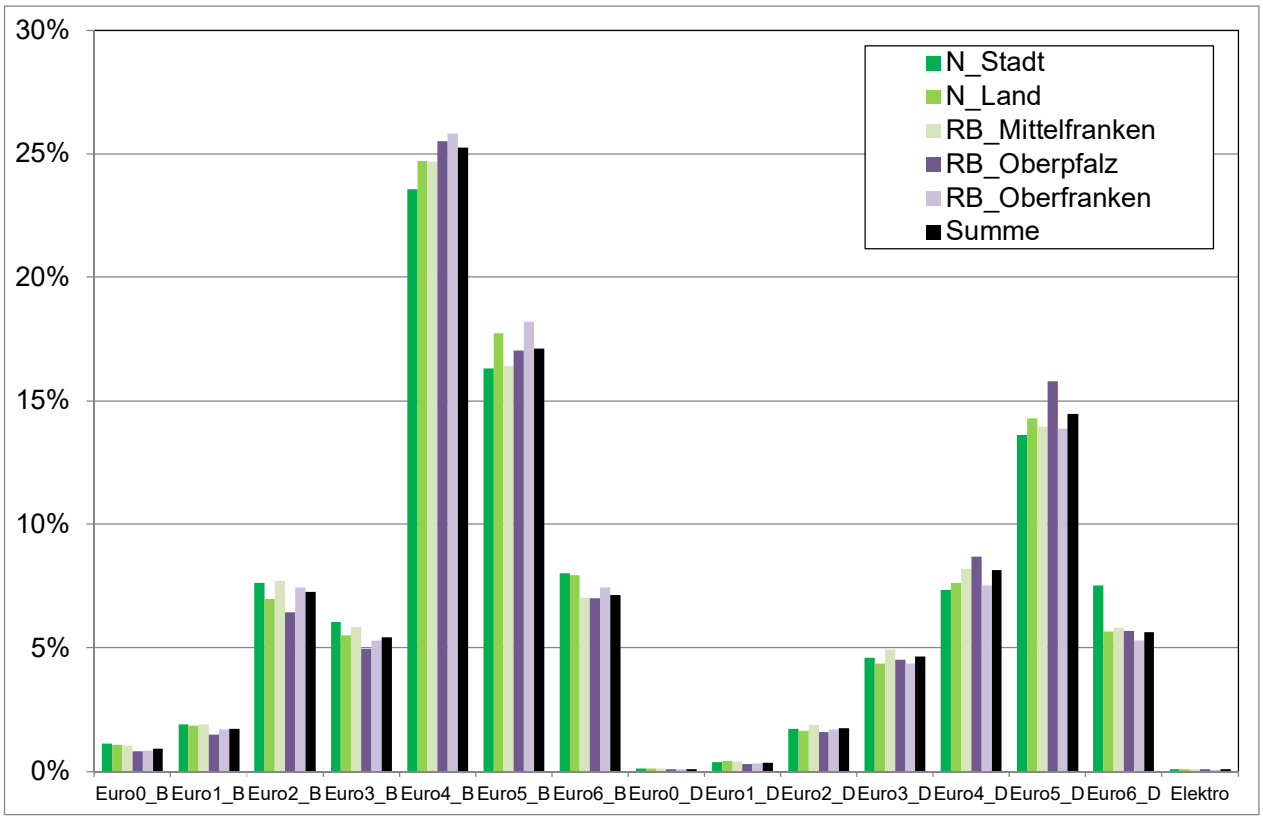


Abb. 5.1: PKW-Flottenzusammensetzung 2017 für Nürnberg Stadt, Nürnberg Land und die Regierungsbezirke Mittelfranken, Oberfranken und Oberpfalz

Für die im Stadtgebiet von Nürnberg verkehrenden Linienbusse wurde der aktuelle Bestand nach Anzahl und Euro-Stufen übergeben. Das beinhaltet die Busse der Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg (VAG) und der Infra Fürth Verkehr GmbH.

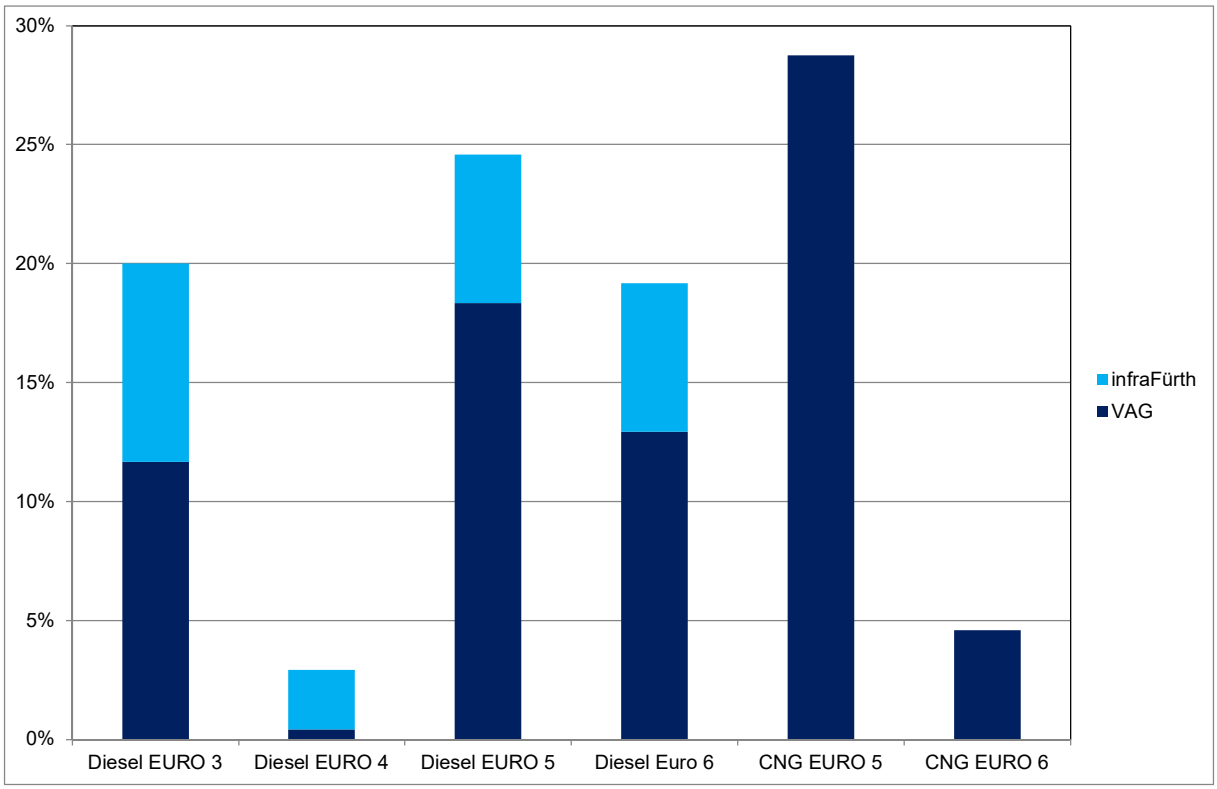


Abb. 5.2: Linienbusflottenzusammensetzung für Nürnberg 2017

5.2.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Auf der Grundlage der lokalen PKW-Flottenzusammensetzung für Nürnberg erfolgt für das Bezugsjahr 2017 in Analogie zur Vorgehensweise des HBEFA eine Übertragung auf die dynamische Flottenzusammensetzung und eine Fortschreibung auf das Bezugsjahr 2020. Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.3 (UBA, 2017) für die Bezugsjahre 2017 und 2020 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, 2017) 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. INfz 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

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.3 (UBA, 2017) berechnet, in dem eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Euro-6-Diesel-PKW sowie der Einfluss der Lufttemperatur auf die

Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW berücksichtigt sind. Diese relativen Korrekturen und Anpassungen werden hier auch auf die leichten Nutzfahrzeuge angewendet.

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für 2017 und in **Tab. 5.2** für 2020 aufgeführt.

Straßenparameter		**spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2017**			
Verkehrssituation	**Geschwindigkeit**	**NO_x**		**$NO_{2,direkt}$**	
	PKW	**LV**	**SV**	**LV**	**SV**
AB>130	142.6	0.863	0.990	0.2877	0.1323
AB110	112.0	0.437	0.990	0.1421	0.1323
AO-HVS100	94.0	0.395	1.286	0.1274	0.1618
AO-HVS80	76.1	0.321	1.401	0.1031	0.1735
IOS-HVS50	44.9	0.386	2.534	0.1190	0.3277
IOS-HVS50d	37.0	0.426	3.117	0.1327	0.3936
IOS-HVS50g	30.8	0.489	3.331	0.1527	0.4363
IOS-HVS60	52.0	0.382	1.985	0.1190	0.2530
IOS-HVS60d	43.0	0.414	2.513	0.1288	0.3202
IOS-HVS70	66.2	0.378	1.664	0.1184	0.2105
IOS-HVS70d	50.2	0.413	2.019	0.1295	0.2520
IOS-NS30	30.9	0.568	4.432	0.1671	0.5977
IOS-NS30d	26.9	0.501	4.605	0.1448	0.6210
IOS-NS40	36.8	0.432	3.165	0.1236	0.4032
IOS-Sam50	46.6	0.406	2.453	0.1237	0.3185
IOS-Sam50d	34.2	0.453	3.171	0.1386	0.3993
IOS-Sam50g	29.5	0.504	3.523	0.1537	0.4608

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2017

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2020			
Verkehrssituation	Geschwin-digkeit	NO_x		$NO_{2,direkt}$	
	PKW	LV	SV	LV	SV
AB>130	142.6	0.672	0.505	0.2192	0.0854
AB110	112.0	0.356	0.505	0.1133	0.0854
AO-HVS100	94.0	0.331	0.776	0.1050	0.1103
AO-HVS80	76.1	0.269	0.837	0.0850	0.1175
IOS-HVS50	44.9	0.322	1.617	0.0977	0.2379
IOS-HVS50d	37.0	0.355	1.992	0.1082	0.2887
IOS-HVS50g	30.8	0.409	2.170	0.1252	0.3275
IOS-HVS60	52.0	0.321	1.247	0.0979	0.1796
IOS-HVS60d	43.0	0.350	1.630	0.1067	0.2414
IOS-HVS70	66.2	0.320	1.019	0.0983	0.1435
IOS-HVS70d	50.2	0.346	1.254	0.1065	0.1761
IOS-NS30	30.9	0.476	2.942	0.1365	0.4601
IOS-NS30d	26.9	0.418	3.064	0.1175	0.4799
IOS-NS40	36.8	0.360	1.994	0.1001	0.2857
IOS-Sam50	46.6	0.341	1.560	0.1015	0.2294
IOS-Sam50d	34.2	0.377	2.028	0.1128	0.2932
IOS-Sam50g	29.5	0.422	2.316	0.1261	0.3518

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2020

6 NO_2-IMMISSIONEN UND MASSNAHMENBETRACHTUNGEN

Die rechnerische Umsetzung der genannten Maßnahmen gliedert sich aus fachlichen Gesichtspunkten in drei Gruppen, die folgend in einzelnen Kapiteln gruppiert und in Reihenfolge gebracht werden. Für die erste Gruppe der Maßnahmen liegen ausreichend Informationen vor, die eine Übertragung der Freisetzungsminderung auf das gesamte städtische Straßennetz bzw. große Teile davon ermöglichen. Die Ergebnisse dieser Straßennetzbetrachtungen werden für den Bestand in Kapitel 6.1 „NO_2-Immissionen für den Bestand 2017“, für den Prognosenullfall in Kapitel 6.2 „NO_2-Immissionen für den Prognosenullfall 2020“ und für die entsprechenden Maßnahmen in Kapitel 6.3 „Maßnahmenbetrachtung straßennetzweit“ beschrieben und zusammengefasst.

Für die zweite Gruppe der Maßnahmen liegen keine ausreichenden Informationen für das gesamte städtische Straßennetz vor; deshalb erfolgt eine exemplarische Betrachtung an ausgewählten Hauptverkehrsstraßen bzw. Zufahrtsstraßen in den zentralen Stadtbereich. Die Ergebnisse dieser Betrachtungen werden in Kapitel 6.4 „Betrachtung ausgewählter Straßenabschnitte“ beschrieben und zusammengefasst.

Die dritte Gruppe der Maßnahmen bezieht sich auf räumlich stark begrenzte Teilbereiche des Stadtgebietes von Nürnberg und sind im Kapitel 6.5 „Kleinräumig begrenzte Maßnahmen“ 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 2017

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 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.

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.

6.2 NO_2-Immissionen für den Prognosenullfall 2020

Für den Prognosenullfall 2020, d.h. die Fortschreibung der Kfz-Flottenzusammensetzung auf das Jahr 2020, 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.

Abb. 6.4 zeigt die berechneten NO_2-Jahresmittelwerte für 2017 und 2020 sowie die gemessenen. An der Von-der-Tann-Straße mit deutlichem verkehrsbedingten Beitrag an der Gesamtbelastung sind um ca. 4 µg/m³ verringerte NO_2-Jahresmittelwerte von 39 µg/m³ prognostiziert. An den Standorten Muggenhof und Jakobsplatz führt der Netzeinfluss zu geringen Verringerungen während am Bahnhof eine Reduktion um ca. 1 µg/m³ durch den Netzeinfluss und die benachbarte Straße berechnet ist.

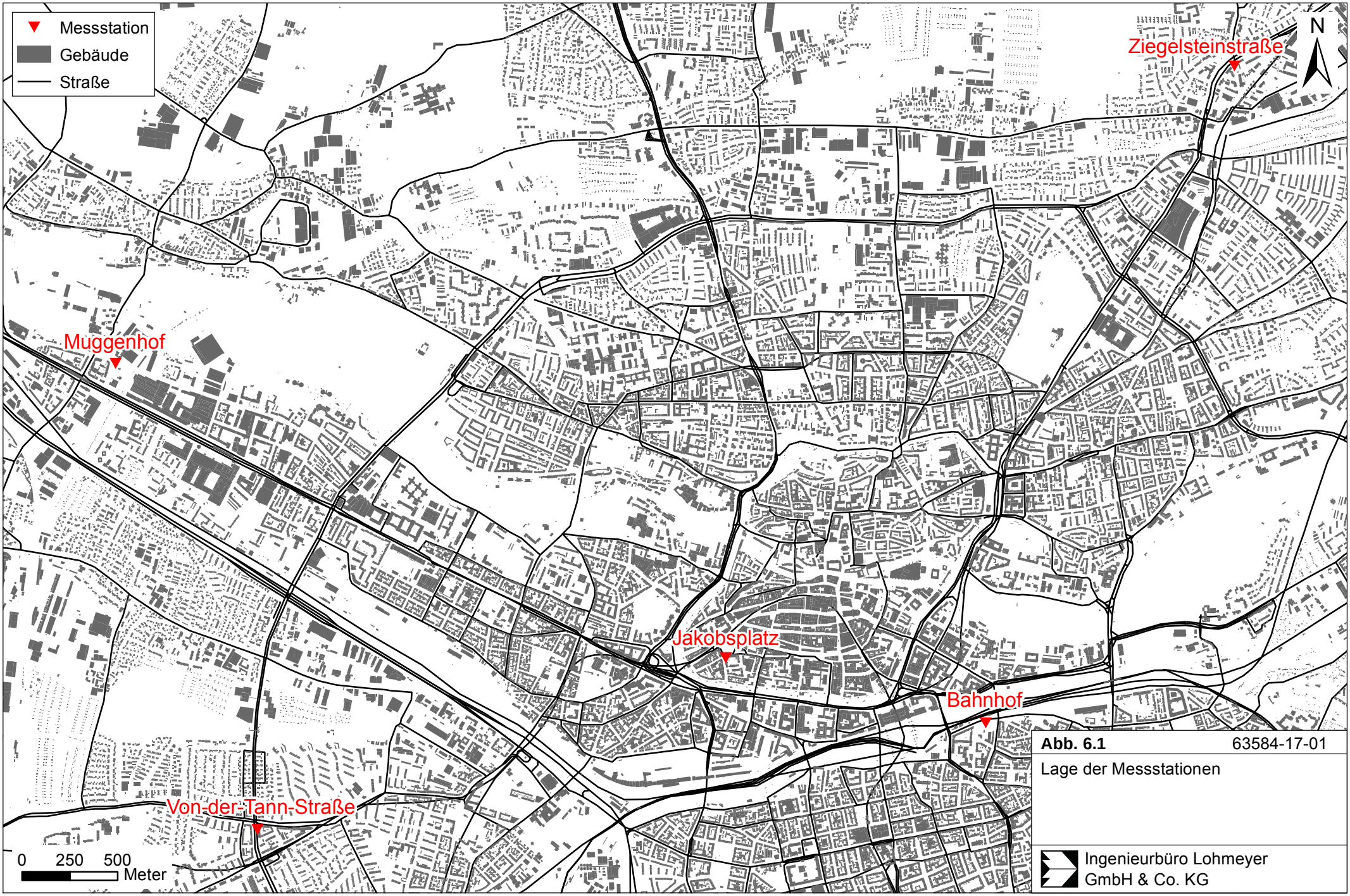


Abb. 6.1 63584-17-01

Lage der Messstationen

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

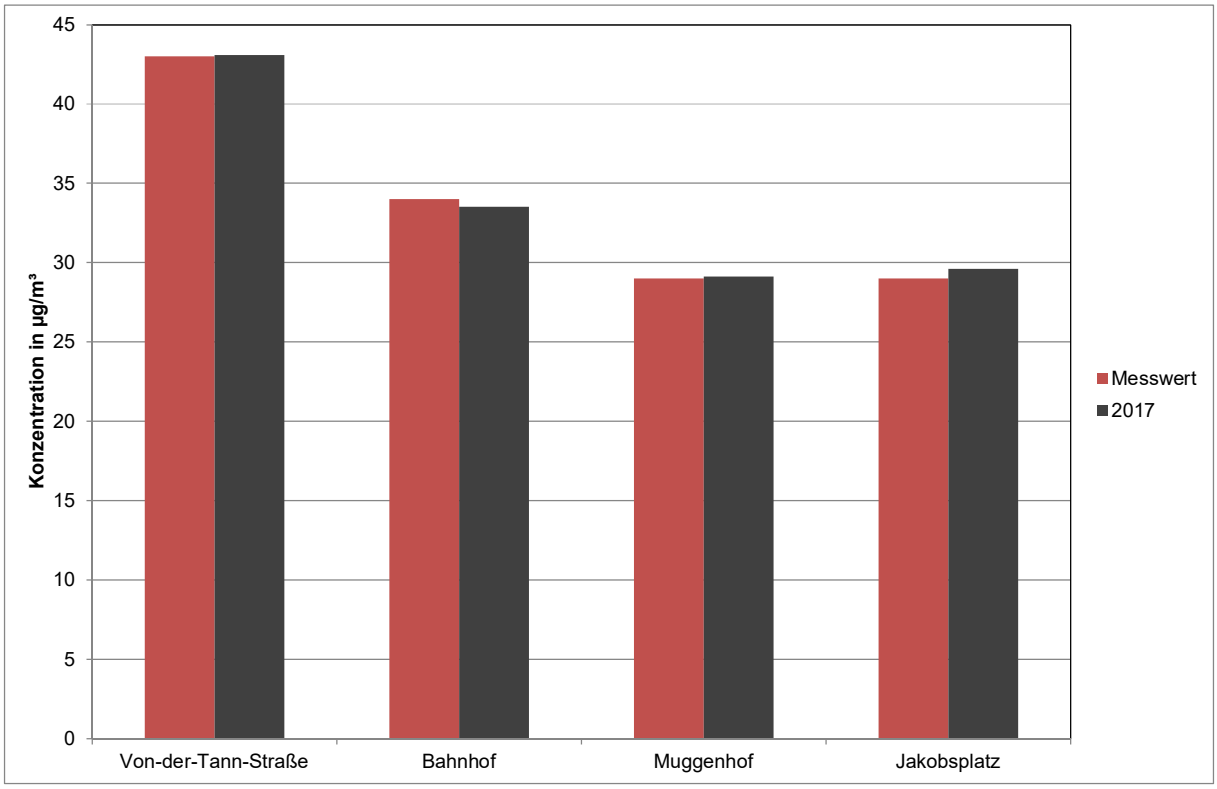


Abb. 6.2: NO_2-Messwerte und berechnete NO_2-Jahresmittelwerte (2017) an den aktiven Messstandorten in Nürnberg.

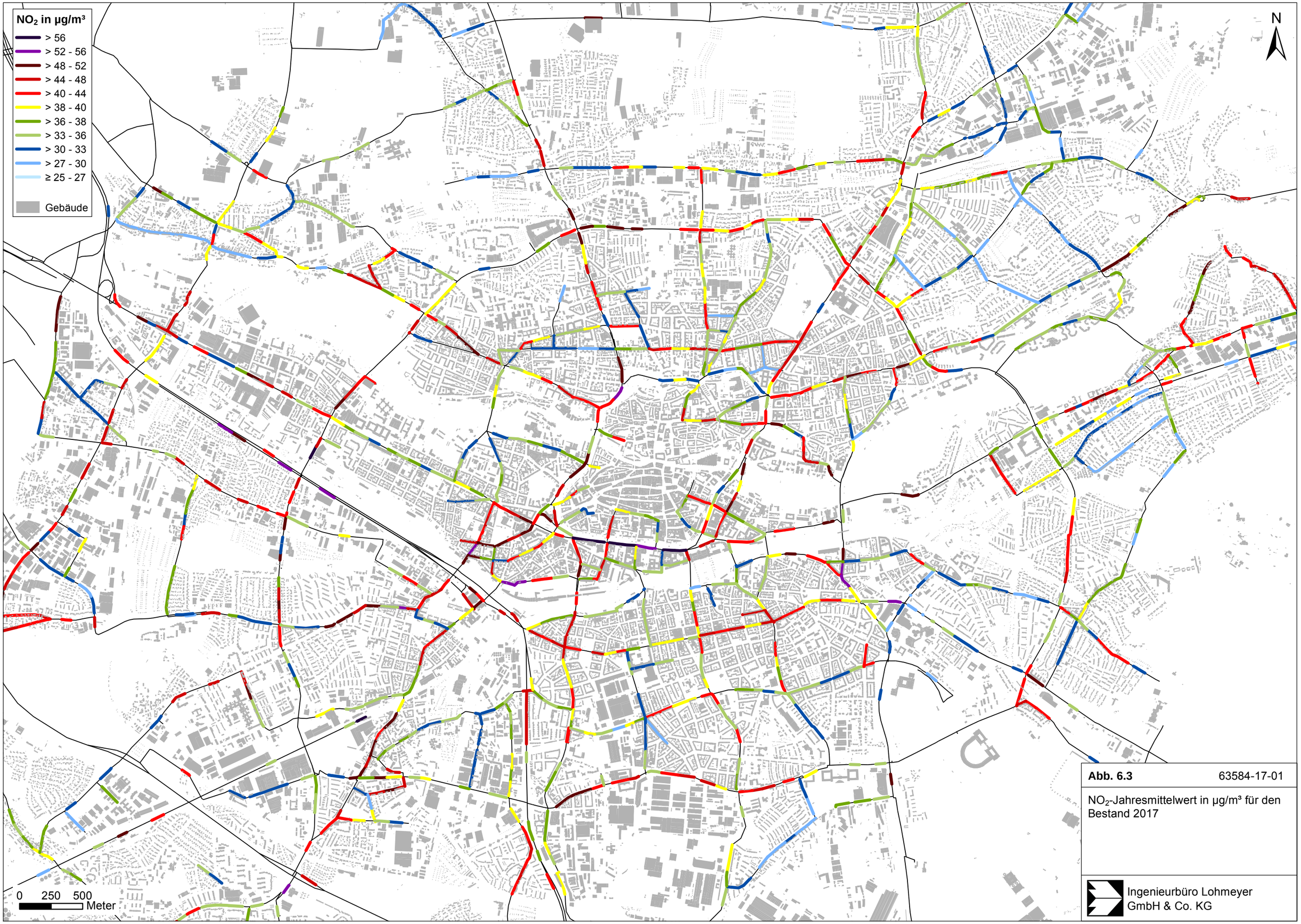


Abb. 6.3 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für den Bestand 2017

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

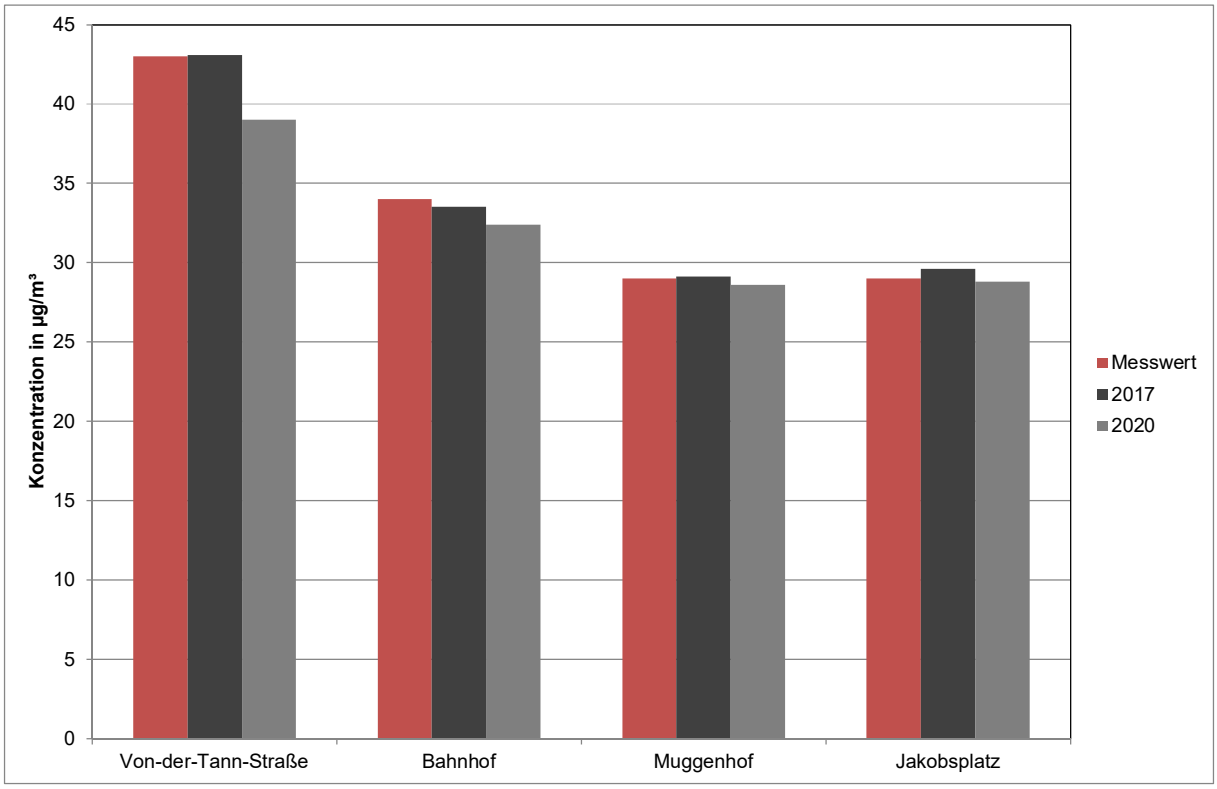


Abb. 6.4: NO_2-Messwerte und berechnete NO_2-Jahresmittelwerte für die Jahre 2017 und 2020 an den aktiven Messstandorten in Nürnberg.

In **Abb. 6.5** sind die berechneten NO_2-Immissionen für den Prognosenullfall 2020 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.

6.3 Maßnahmenbetrachtung straßennetzweit

6.3.1 Linienbusse

Für die Linienbusse sind zwei Maßnahmenpakete angedacht. Einmal eine Ausstattung der Hälfte der VAG-Busse mit Elektroantrieb. Als davon abweichende Maßnahme ist eine Überführung aller Diesellinienbusse in Motoren der Euro VI-Stufe zu betrachten.

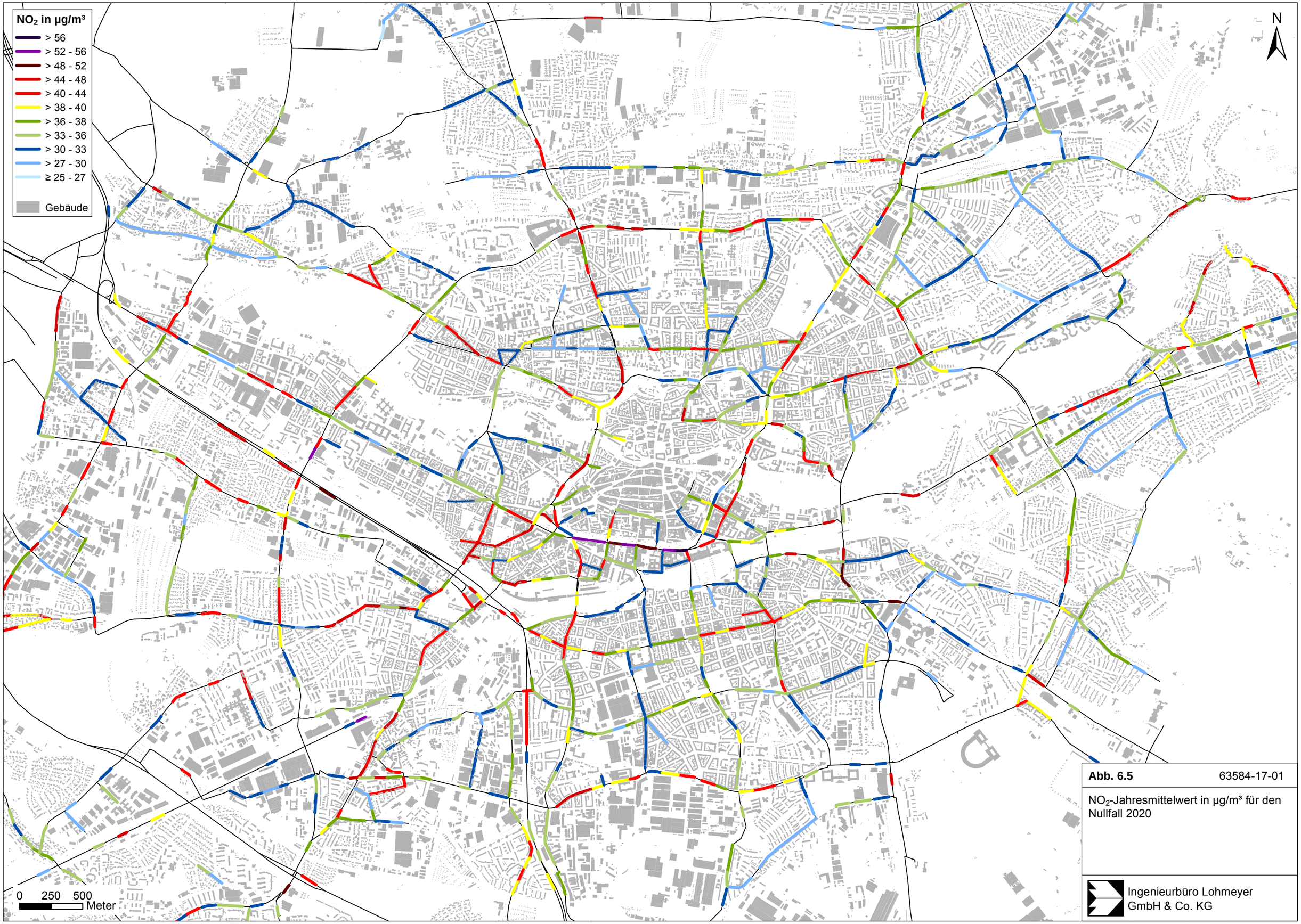


Abb. 6.5 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für den Nullfall 2020

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Für die Abbildung dieser Maßnahmen wurde die Ausgangsbasis 2017 gewählt, um den Effekt einer zeitnahen Umrüstungswirkung aufzuzeigen. Das Ergebnis ist in **Abb. 6.6** aufgezeigt und zeigt entlang den Fahrstrecken der Busse Minderungen, die im Mittel an den Streckenabschnitten entlang der Linienbusstrecken mit Randbebauung 1 µg/m³ betragen und bis zu 5 µg/m³ an Strecken mit einer hohen Anzahl von Busfahrten erreichen.

Für die Maßnahme mit einer kompletten Überführung aller Diesellinienbusse in Motoren der Euro VI-Stufe ist eine intensivere Minderung abgeleitet, indem die mittlere Stickoxidfreisetzung der Linienbusflotte um ca. 70% verringert wird. Das Ergebnis ist in **Abb. 6.7** aufgezeigt und zeigt entlang den Fahrstrecken der Busse Minderungen, die im Mittel an den Streckenabschnitten entlang der Linienbusstrecken mit Randbebauung 2 µg/m³ betragen und bis zu 9 µg/m³ an Strecken mit einer hohen Anzahl von Busfahrten erreichen.

Obwohl der Aufwand einer zeitnahen Umrüstung der Linienbusflotte in Fahrzeuge mit Elektroantrieb als sehr hoch eingeschätzt wurde und die Stadtverwaltung deshalb von einer Umrüstung der Hälfte der VAG-Busse mit Elektroantrieb ausging, war auch ein Ausblick der Wirkung einer zeitnahen Umrüstung aller Linienbusse rechnerisch zu behandeln. Danach sind entlang den Fahrstrecken der Busse Minderungen prognostiziert, die im Mittel an den Streckenabschnitten entlang der Linienbusstrecken mit Randbebauung 2 µg/m³ betragen und bis nahezu 10 µg/m³ an Strecken mit einer hohen Anzahl von Busfahrten erreichen.

6.3.2 ÖPNV-Förderung

Der Schwerpunkt der Maßnahmen Förderung für den „Öffentlichen Personennahverkehr“ umfasst diverse Maßnahmen zur Attraktivitätssteigerung des ÖPNV wie Kapazitätserhöhungen durch zusätzliche Straßenbahn- und U-Bahnwagen oder Beschleunigungsmaßnahmen durch Ausweitung der ÖPNV-Bevorrechtigung an Lichtsignalanlagen. Solche Maßnahmen sind geeignet, die Nutzung des ÖPNV zu erhöhen, insbesondere durch die intensivere Bedienung von bestehenden Strecken oder mögliche Takterhöhungen. Entsprechende Untersuchungen mittels Gesamtverkehrsmodell und Berücksichtigung der Kopplung der Wirkungen der ÖPNV-Steigerungen mit denen auf den motorisierten Individualverkehr zeigen für zentrale städtische Hauptverkehrsstraßen, dass mit solchen Maßnahmen mittlere Reduzierungen der MIV-Fahrten um ca. 1 % bewirkt werden (z. B. Verkehrsmodell LRP Hamburg, ARGUS 2017).

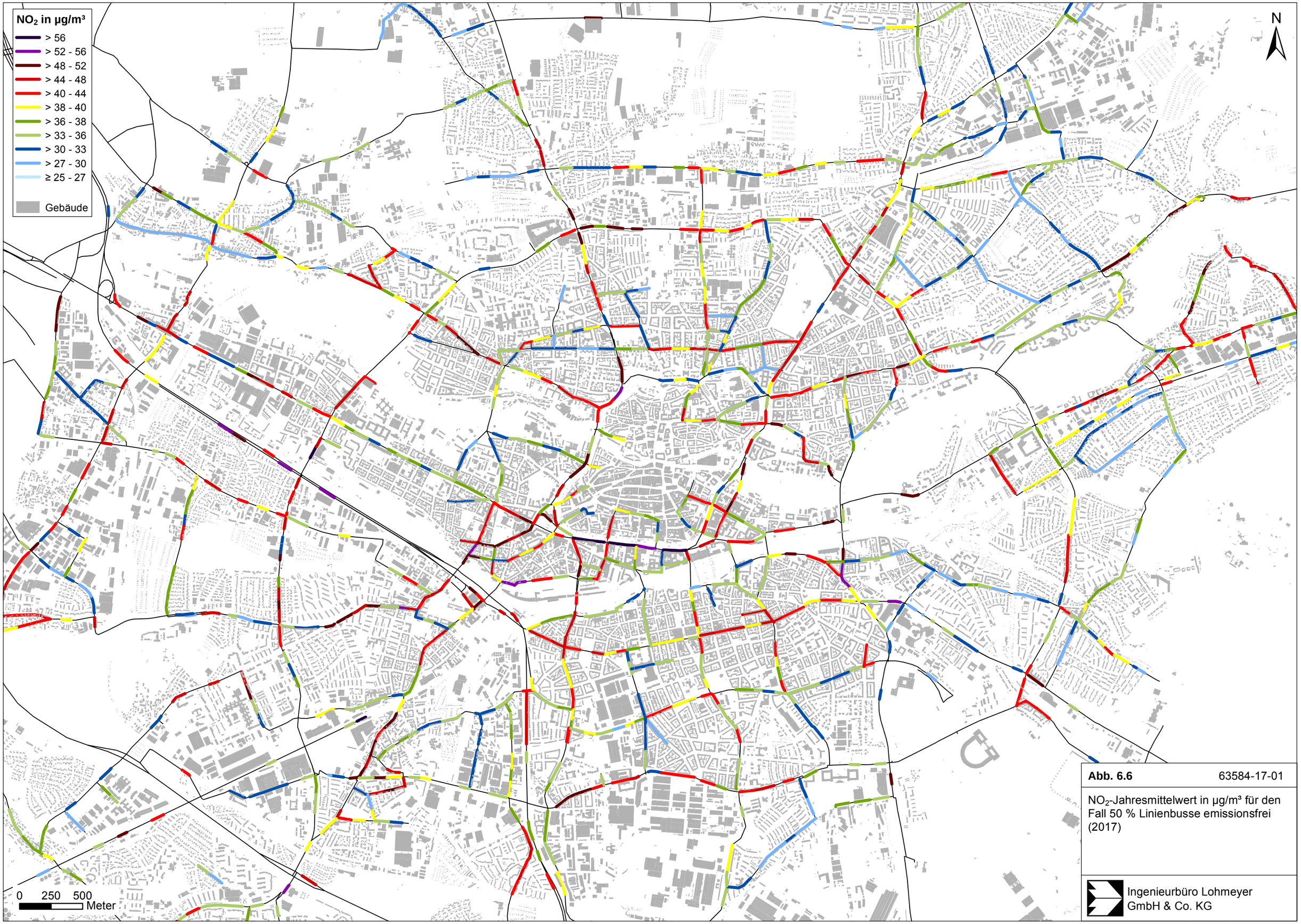


Abb. 6.6 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für den Fall 50 % Linienbusse emissionsfrei (2017)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

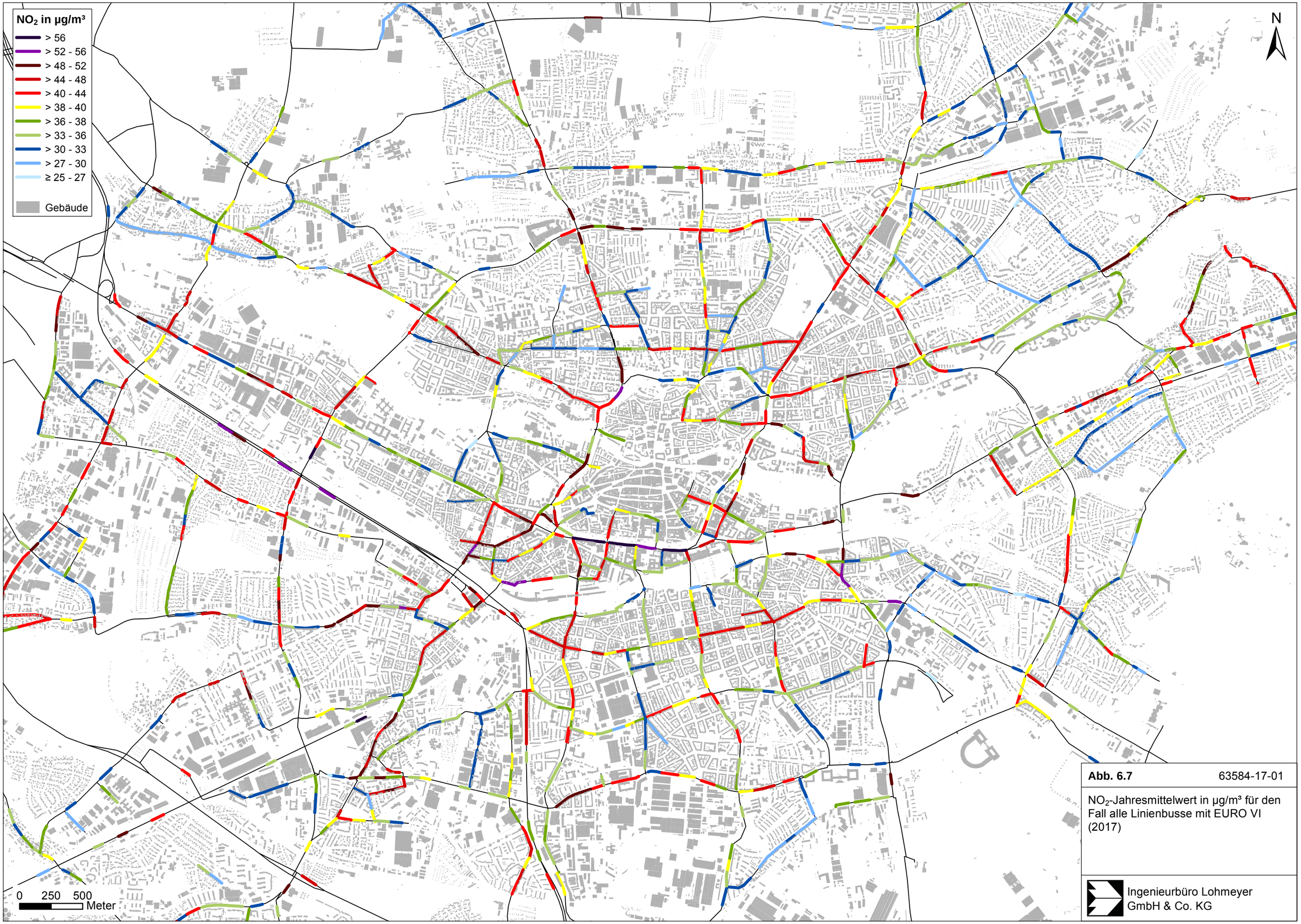


Abb. 6.7 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für den Fall alle Linienbusse mit EURO VI (2017)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Erfahrungen der Stadt Nürnberg im Zusammenhang mit durchgeführten ÖPNV-Netz- und Infrastrukturmaßnahmen in Nürnberg beschreiben deutlich höhere Reduktion des Kfz-Aufkommens. Dies wurde beispielsweise in Nürnberg durch den Umstieg von 4 Buslinien auf eine Straßenbahnlinie in der Erlanger Straße im Abschnitt zwischen Thon und Am Wegfeld benannt, indem mit Vergleichen von Verkehrszählungen aus dem Jahr 2006 bzw. 2009 mit denen des Jahres 2017 auf Verringerungen des Kfz-Aufkommens um 14% bis 16% schließen. In gleicher Größenordnung lag die ermittelte Kfz-Reduktion in der Pirckheimerstraße nach dem Umstieg von Straßenbahn auf eine U-Bahnlinie durch die Verlängerung der U3 von Maxfeld nach Friedrich-Ebert-Platz basierend auf Vergleichen von Verkehrszählungen aus dem Jahr 2008 mit denen des Jahres 2013 bzw. 2005 mit 2012.

Es müsste daher eine umfangreiche Verkehrsumlegung gemacht werden, um valide Aussagen zur tatsächlichen Reduzierung von MIV-Fahrten durch die verschiedenen Maßnahmen treffen zu können. Eine solche Verkehrsumlegung war im Rahmen der kurzen Frist für die Erstellung des Masterplans nicht möglich.

In der vorliegenden Untersuchung werden für die Maßnahmen mit Förderung des ÖPNV und für Netz- und Infrastrukturmaßnahmen die genannten Reduktionen der Kfz-Fahrten anteilig auf die PKW-Fahrten im städtischen Straßennetz umgelegt. Die so modifizierten DTV-Angaben wurden der Emissionsberechnung und Kfz-Flottenzusammensetzung für das Prognosejahr 2020 zugeführt.

Die Ergebnisse sind in **Abb. 6.8** dargestellt und führen zu geringen Abnahmen, die mit weniger als 1 µg/m³ berechnet sind.

Eine Ausnahme kann für die Einführung einer alleinigen Busspur durch Ersatz einer für den Kfz-Verkehr bislang freigegebenen Fahrspur und dessen Umwandlung in eine ausschließliche Busspur angesehen werden.

Detaillierte verkehrliche Untersuchungen in Potsdam aus den Jahren 2016 und 2017 mit Entfernen einer Richtungsfahrbahn einer mehrspurigen innerstädtischen Hauptverkehrsstraße auf einer 1 km langen Strecke, Einführen von kontrolliertem Tempo 30 km/h und Einführung einer Fahrradspur führte zu einer Verringerung des täglichen Verkehrsaufkommens um knapp 10% und leicht mehr in einer Spitzenstunde. Ein großer Teil des Kfz-Verkehrs wurde auf parallele, weniger attraktive Straßen verlagert und ein kleiner Anteil ist entfallen. Übertragen in Form von Analogieschlüssen auf die Wirkung an einer Hauptverkehrsstraße kann damit kleinräumig im Straßenzug eine Minderung der NO_2-Konzentration um weniger als

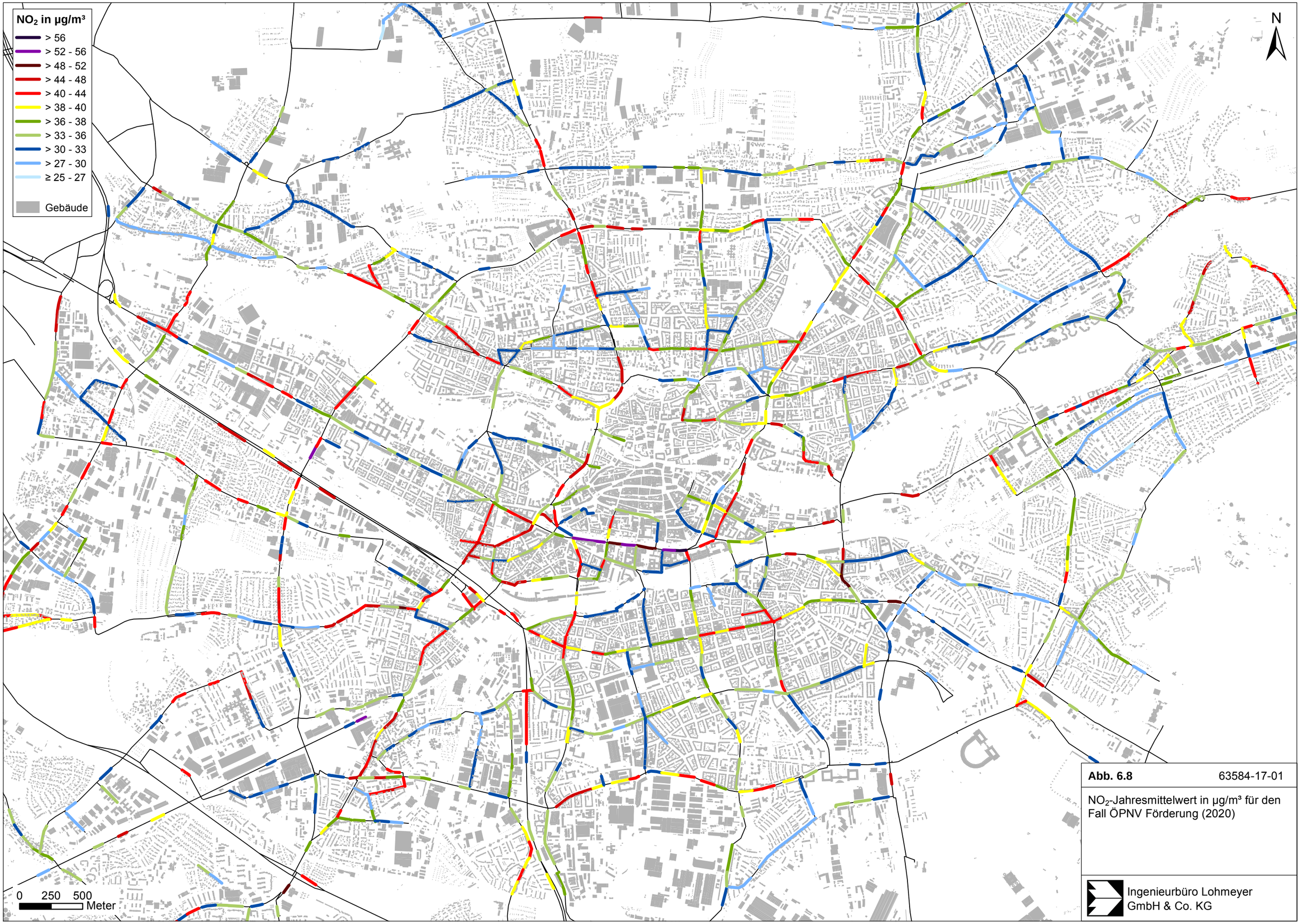


Abb. 6.8 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für den Fall ÖPNV Förderung (2020)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

4 µg/m³ erzielt werden. Für lange Straßenabschnitte mit Spurreduzierungen, wie beispielsweise in den Maßnahmen für eine Busspur entlang der Ringstraße (B 4R) in Nürnberg beschrieben, ist eine Übertragung in Form von Analogieschlüssen nur bedingt gegeben bzw. kann bei fehlenden Alternativrouten durch Verkehrsstockungen kontraproduktiv wirken und sollte durch gesamtstädtische Verkehrsumlegungsrechnungen belegt werden, was im Rahmen der kurzen Frist für die Erstellung des Masterplans nicht möglich war.

Erfahrungen bei längeren Baustellenzuständen in Nürnberg (Bahnhofsvorplatz, Hallertor) zeigen anhand von Zählungen des Kfz-Verkehrs vor und während der Baumaßnahme, dass sich Kfz-Aufkommen spürbar reduzieren lassen, ohne dass es zu Überlastungen an anderen Stellen im Stadtgebiet kommt. Um die Wirkung von Spurreduzierungen in Nürnberg für das gesamtstädtische Straßennetz ermitteln zu können, müsste eine gesamtstädtische Verkehrsumlegung durchgeführt werden, die valide Werte zur Kfz-Reduktion im Stadtgebiet ermittelt. Eine solche Verkehrsumlegung war im Rahmen der kurzen Frist für die Erstellung des Masterplans nicht möglich.

Für lange Straßenabschnitte mit Spurreduzierungen, wie beispielsweise in den Maßnahmen für eine Busspur entlang der Ringstraße (B 4R) in Nürnberg beschrieben, ist eine Übertragung in Form von Analogieschlüssen nicht direkt gegeben und erfordern gesamtstädtische Verkehrsumlegungsrechnungen.

6.3.3 Lieferverkehr mit Lastenfahrrad

Im Rahmen des Schwerpunktes „Logistikkonzepte“ ist eine Ausdehnung des Pilotprojektes „Lastenfahrräder für die Stadtlogistik“ auf weitere innerstädtische Gebiete geplant. Für die Bewertung des Konzepts werden maßnahmenbedingt Kurierfahrten mit LNF hälftig durch Lastenradfahrten im Prognosejahr 2020 ersetzt. Durch die gegenüber LNF geringeren Aktionsradien von Lastenfahrrädern wird in dieser Betrachtung angenommen, dass sich die Maßnahmenwirkung auf den Bereich innerhalb des Rings (Stadtteile Altstadt und engere Innenstadt, Weiterer Innenstadt-gürtel Süd sowie Weiterer Innenstadtgürtel West/Nord/Ost) beschränkt. Diese Bereiche sind in **Abb. 6.9** grafisch dargestellt und sehen eine Ausnahme von für Radverkehr nicht freigegebenen Straßen, wie dem Frankenschnellweg vor. In diesem Bereich wird der DTV-Anteil der LNF um 50 % reduziert und die so modifizierten DTV-Angaben der Emissionsberechnung für das Prognosejahr 2020 zugeführt. Die Ergebnisse sind in **Abb. 6.10** dargestellt und führen in dem für die Maßnahme angesetzten inneren Bereich zu Abnahmen, die im Mittel knapp 1 µg/m³ und bis nahezu 3 µg/m³ umfassen.

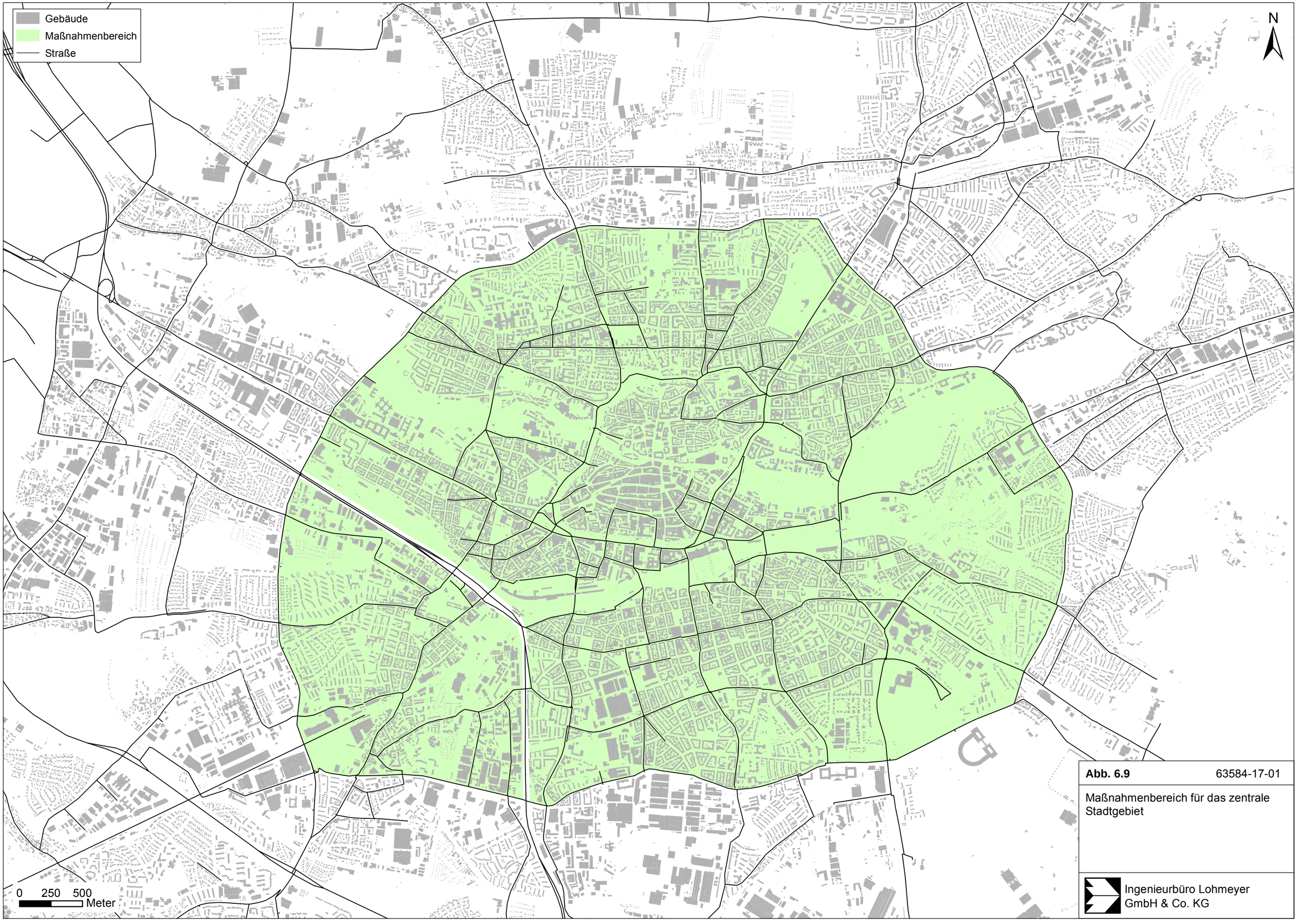


Abb. 6.9 63584-17-01

Maßnahmenbereich für das zentrale Stadtgebiet

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

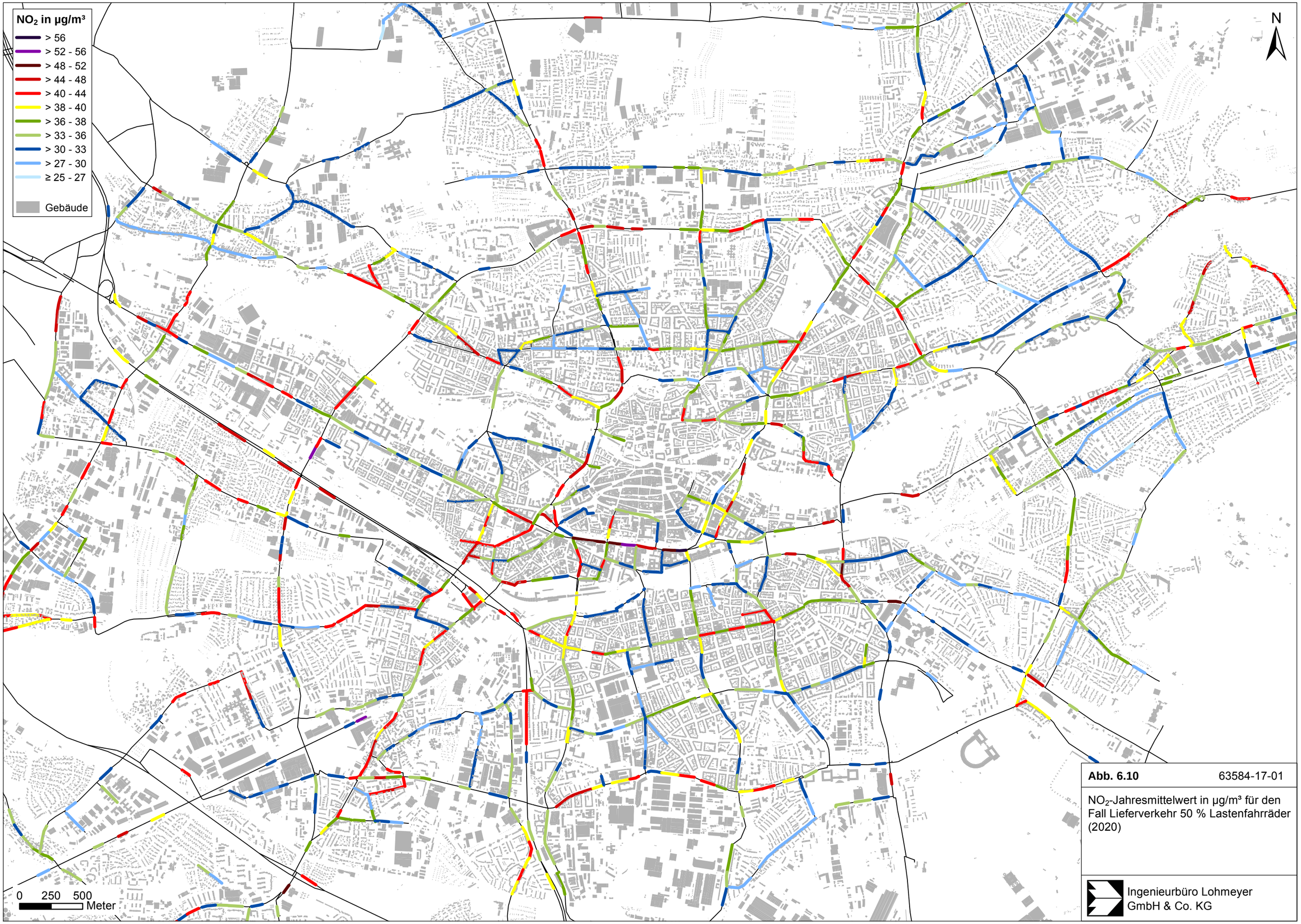


Abb. 6.10 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für den Fall Lieferverkehr 50 % Lastenfahrräder (2020)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Bei einem Ansatz, dass etwa 20% der Lieferfahrten durch emissionsfreie Lastfahrräder ersetzt werden, reduzieren sich die berechneten Abnahmen der NO_2-Konzentrationen in den Straßenabschnitten mit Randbebauung auf im Mittel weniger als 1 µg/m³ und bis ca. 1 µg/m³.

6.3.4 Fahrradverkehrsförderung

Der Schwerpunkt „Radverkehr“ umfasst verschiedene Maßnahmen, wie die Ausweisung von Fahrradstraßen, die Erhöhung der Verkehrssicherheit durch optische Hervorhebung von Radstreifen oder den Aufbau eines Fahrradverleihsystems zur Erhöhung der Fahrradnutzung in Nürnberg. Entsprechende Untersuchungen der Kopplung der Wirkung der Steigerung der Fahrradnutzung mit denen auf den motorisierten Individualverkehr zeigen für zentrale Hauptverkehrsstraßen, dass solche Maßnahmen mittlere Reduzierungen der MIV-Fahrten bis um ca. 2.5 % bewirken (z. B. Verkehrsmodell LRP Hamburg, ARGUS 2017). Durch die gegenüber PKW geringeren Aktionsradien von Fahrrädern wird zur Bewertung der Maßnahmen deren Wirkung auf den Bereich innerhalb des Rings beschränkt (**Abb. 6.9**). Mit Ausnahme von für Radverkehr nicht freigegebenen Straßen, wie dem Frankenschnellweg, wurde in diesem Bereich die Fahrtenreduktion auf die PKW-Fahrten angewendet und diese um ca. 2.5 % reduziert und die so modifizierten DTV-Angaben der Emissionsberechnung für das Prognosejahr 2020 zugeführt. Die Ergebnisse sind in **Abb. 6.11** dargestellt und führen in dem für die Maßnahme angesetzten inneren Bereich zu geringen Abnahmen, die im Mittel weniger als 1 µg/m³ und bis nahezu 1 µg/m³ umfassen.

Eine Ausnahme kann für neue Fahrradwege durch Ersatz einer für den Kfz-Verkehr bislang freigegebenen Fahrspur und dessen Umwandlung in eine ausschließliche Fahrradspur angesehen werden.

Detaillierte verkehrliche Untersuchungen in Potsdam aus den Jahren 2016 und 2017 mit Entfernen einer Richtungsfahrbahn einer mehrspurigen innerstädtischen Hauptverkehrsstraße auf ca. 1 km Streckenlänge, Einführen von kontrolliertem Tempo 30 km/h und Einführung einer Fahrradspur führte zu einer Verringerung des täglichen Verkehrsaufkommens um knapp 10% und leicht mehr in einer Spitzenstunde. Ein großer Teil des Kfz-Verkehrs wurde auf parallele, weniger attraktive Straßen verlagert und ein kleiner Anteil ist entfallen. Übertragen in Form von Analogieschlüssen auf die Wirkung an einer Hauptverkehrsstraße kann damit kleinräumig im Straßenzug eine Minderung der NO_2-Konzentration um weniger als 4 µg/m³ erzielt werden.

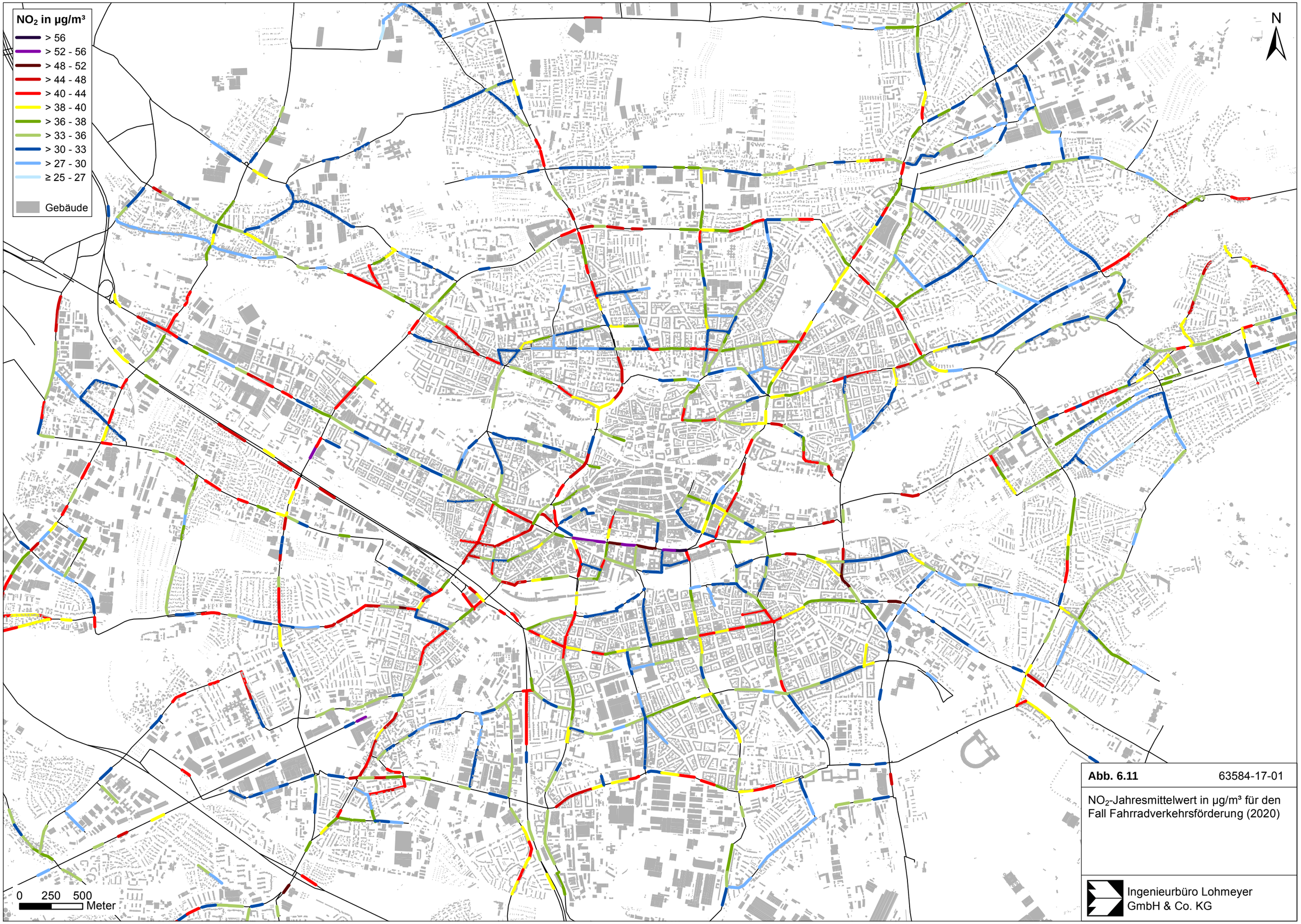


Abb. 6.11 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für den Fall Fahrradverkehrsförderung (2020)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Erfahrungen bei längeren Baustellenzuständen in Nürnberg (Bahnhofsvorplatz, Hallertor) zeigen anhand von Zählungen des Kfz-Verkehrs vor und während der Baumaßnahme, dass sich Kfz-Aufkommen spürbar reduzieren lassen, ohne dass es zu Überlastungen an anderen Stellen im Stadtgebiet kommt. Um die Wirkung von Spurreduzierungen in Nürnberg für das gesamtstädtische Straßennetz ermitteln zu können, müsste eine gesamtstädtische Verkehrsumlegung durchgeführt werden, die valide Werte zur Kfz-Reduktion im Stadtgebiet ermittelt. Eine solche Verkehrsumlegung war im Rahmen der kurzen Frist für die Erstellung des Masterplans nicht möglich.

6.3.5 Mobilitätsstationen und Intermodalität

Der Schwerpunkt „Mobilitätsstationen“ umfasst den Aufbau von sogenannten Mobilpunkten mit Carsharing-Fahrzeugen, Fahrradverleihstationen und Fahrradstellplätzen an ÖPNV-Haltestellen zur Förderung der multimodalen Verkehrsmittelnutzung. Solche Mobilitätsstationen sind dazu geeignet, die Nutzung verschiedener Verkehrsträger zur Bewältigung von Wegstrecken zu erhöhen, insbesondere durch die Attraktivitätssteigerungen von ÖPNV-Haltestellen in Verbindung mit einer digitalen Vernetzung der verschiedenen Verkehrsmittelangebote.

In der Fachliteratur finden sich dafür kombinierte Ansätze, die in der Summe zu einer Verlagerung der PKW-Nutzung zu anderen Verkehrsmitteln zur Bewältigung von Wegstrecken führen können. Die kombinierten Ansätze beinhalten beispielsweise mehrere Einzelmaßnahmen zur Steigerung der intermodalen Verknüpfung und des multimodalen Mobilitätsverhaltens, wie die Ausstattung von Neubauvorhaben mit Elementen des Mobilitätsmanagements (Carsharing-Fahrzeugen, Lastenrädern, Reduzierung des Stellplatzschlüssels zugunsten alternativer Mobilitätsangebote), Maßnahmen zum Parkraummanagement (Durchsetzung der bestehenden Parkraumbewirtschaftung in Form von Gebühren und Parkdauerbeschränkungen) und Bike-and-Ride-Systemen (unmittelbare intermodale Verlagerungen vom Pkw auf die Kombination aus Fahrrad, Bike-and-Ride-Platz und ÖPNV). In Kombination einer digitalen Vernetzung der verschiedenen Angebote mittels mobiler Apps kann die Intermodalität noch weiter gefördert werden.

Damit passt dieser Ansatz gut zu dem für Nürnberg angedachten Maßnahmenpaket Mobilitätsstationen zur Förderung der Intermodalität mit digitaler Vernetzung.

Entsprechende Untersuchungen der Kopplung der Wirkung der Steigerung der multimodalen Verkehrsmittelnutzung mit denen auf den motorisierten Individualverkehr zeigen für zentrale Hauptverkehrsstraßen, dass solche Maßnahmen mittlere Reduzierungen der MIV-Fahrten um ca. 3.1 % bewirken (z. B. Verkehrsmodell LRP Hamburg, ARGUS 2017). Durch die

Erhöhung der Einzugsradien von ÖPNV-Haltestellen wirken sich Maßnahmen zur Förderung des multimodalen Verkehrs auf das gesamte städtische Gebiet von Nürnberg aus. Zur Bewertung der Maßnahme wurde für die berücksichtigten städtischen Straßen der DTV-Anteil der PKW um 3.1 % reduziert und die so modifizierten DTV-Angaben der Emissionsberechnung für das Prognosejahr 2020 zugeführt.

Die Ergebnisse sind in **Abb. 6.12** dargestellt und führen zu Abnahmen, die im Mittel weniger als 1 µg/m³ und bis 1 µg/m³ umfassen.

6.4 Betrachtung ausgewählter Straßenabschnitte

Zusammenfassend sind die mit Netzwirkung berechneten Immissionen für den Bestand 2017 und den Prognosenullfall 2020 sowie die oben genannten Maßnahmen für eine Auswahl von Straßenabschnitten ausgewertet, vergleichbar zu den Darstellungen im Luftreinhalteplan für Nürnberg. Dazu ist in **Abb. 6.13** die Lage der ausgewerteten Standorte dargestellt und in **Abb. 6.14** ist eine vergleichende Säulendarstellung für die genannten Maßnahmen aufgeführt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Flottenumstellung der Linienbusse auf den Bestand 2017 bezieht, während sich die anderen, in den nächsten Jahren möglicherweise umsetzbaren Maßnahmen auf das Prognosejahr 2020 beziehen.

Aus der Säulendarstellung für die Messstandorte und weitere ausgewählte Straßenabschnitte ist ablesbar, dass an den Messstandorten und an der Nopitschstraße im Jahr 2020 NO_2-Konzentrationen berechnet sind, die 40 µg/m³ im Jahresmittel nicht überschreiten. Das trifft auch auf den Straßenabschnitt an der Von-der-Tann-Straße zu, an dem die Luftmessstation der LfU-Bayern gelegen ist; an diesem Standort bewirken die Maßnahmen der Linienbusflottenumstellung und der Verkehrsreduktion durch die Maßnahme „Mobilitätsstationen“ weitere Minderungen der NO_2-Konzentrationen im Jahresmittel.

Weiter ist an den Standorten an den Hauptverkehrsstraßen abzulesen, dass der deutlichste Rückgang der NO_2-Konzentrationen von 2017 auf 2020 berechnet ist, die auf die Flottenerneuerung innerhalb der drei Jahre zurückzuführen ist. Allerdings sind für die stark frequentierten Straßenabschnitte mit Randbebauung Sigmundstraße, Rothenburger Straße, Dürrenhofstraße, Regensburger Straße, Frauentorgraben, Ulmenstraße, Maximilianstraße und Bucher Straße auch im Prognosejahr 2020 NO_2-Konzentrationen über 40 µg/m³ berechnet.

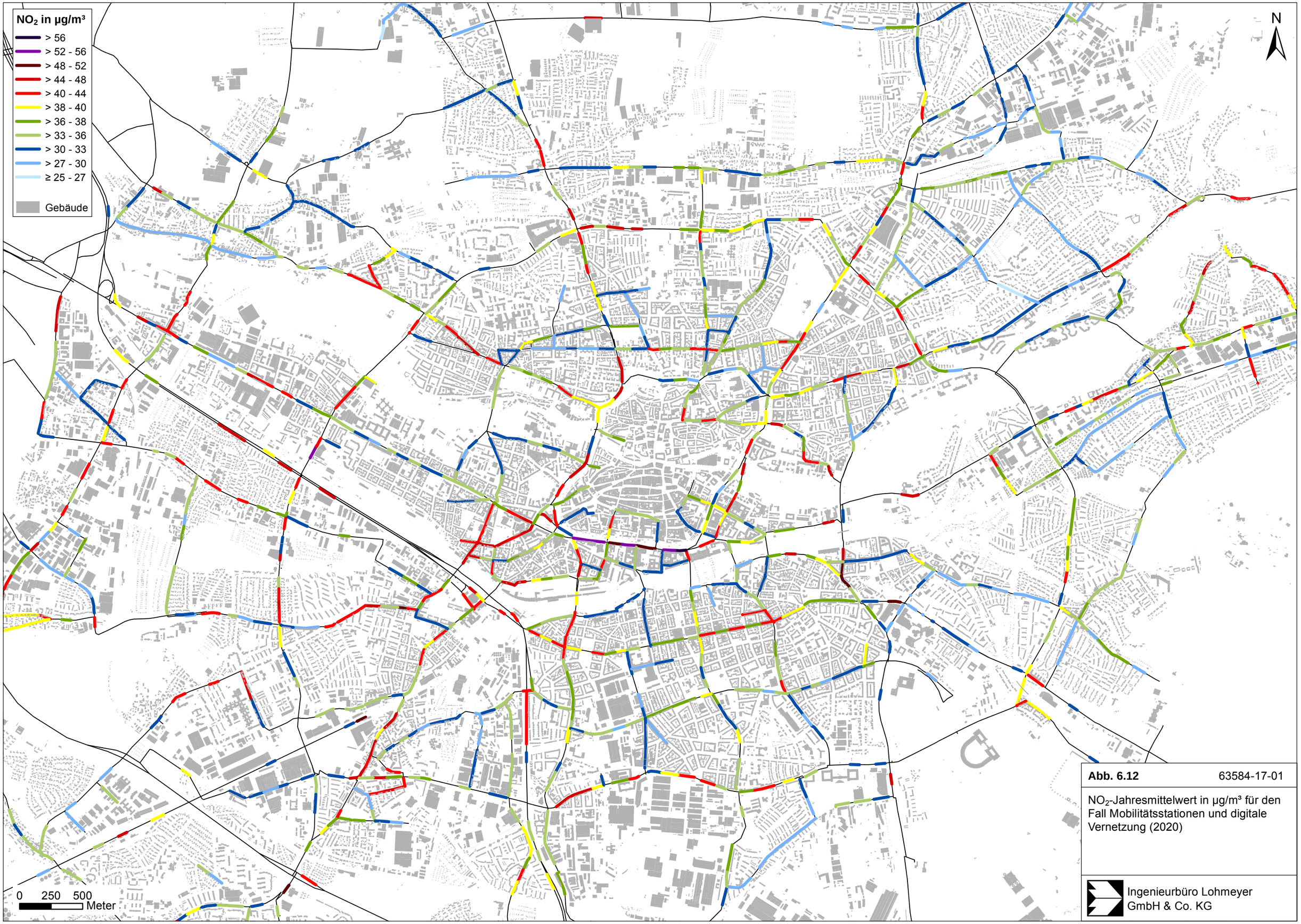


Abb. 6.12 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für den Fall Mobilitätsstationen und digitale Vernetzung (2020)

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

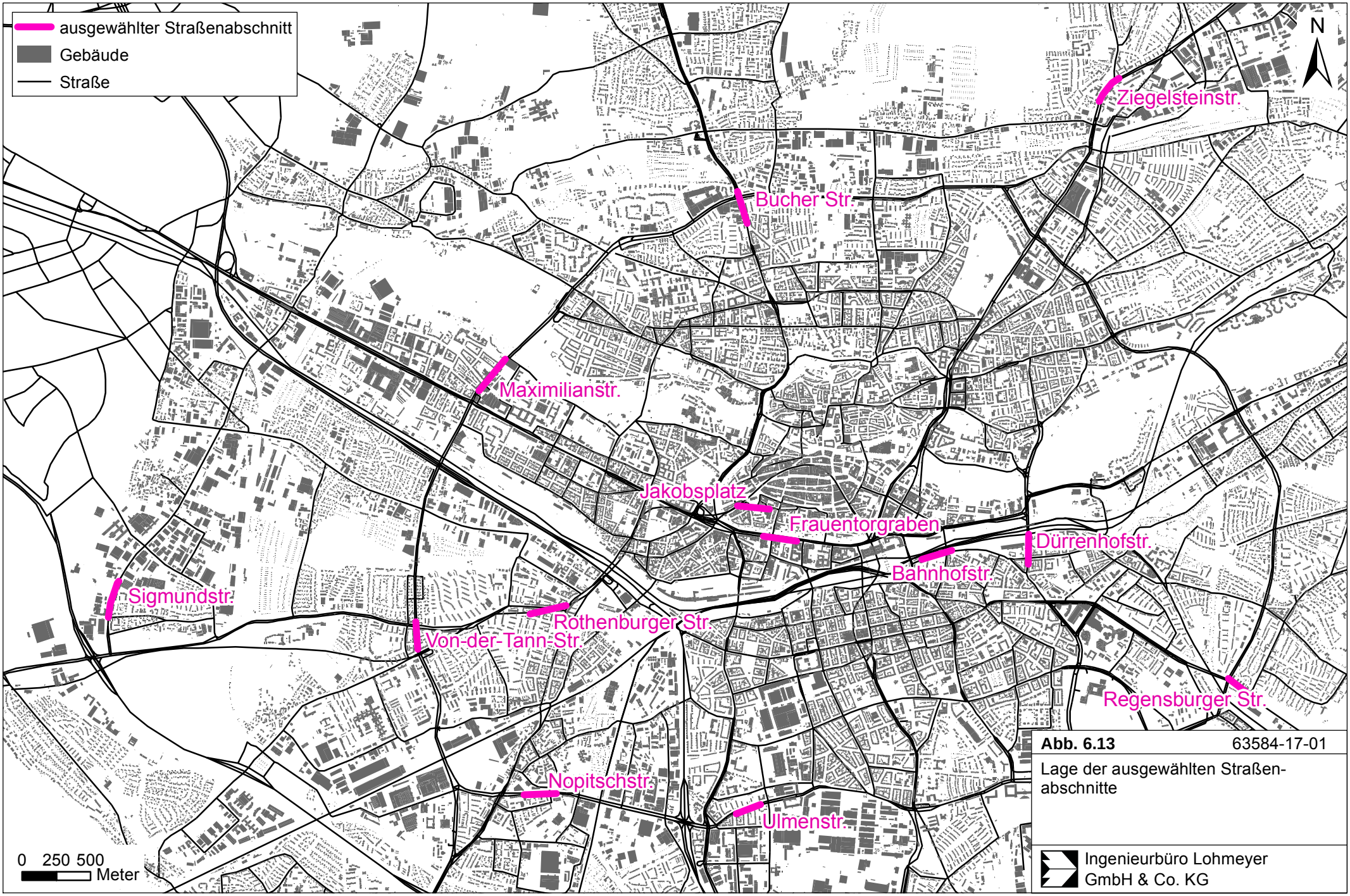


Abb. 6.13 63584-17-01

Lage der ausgewählten Straßenabschnitte

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

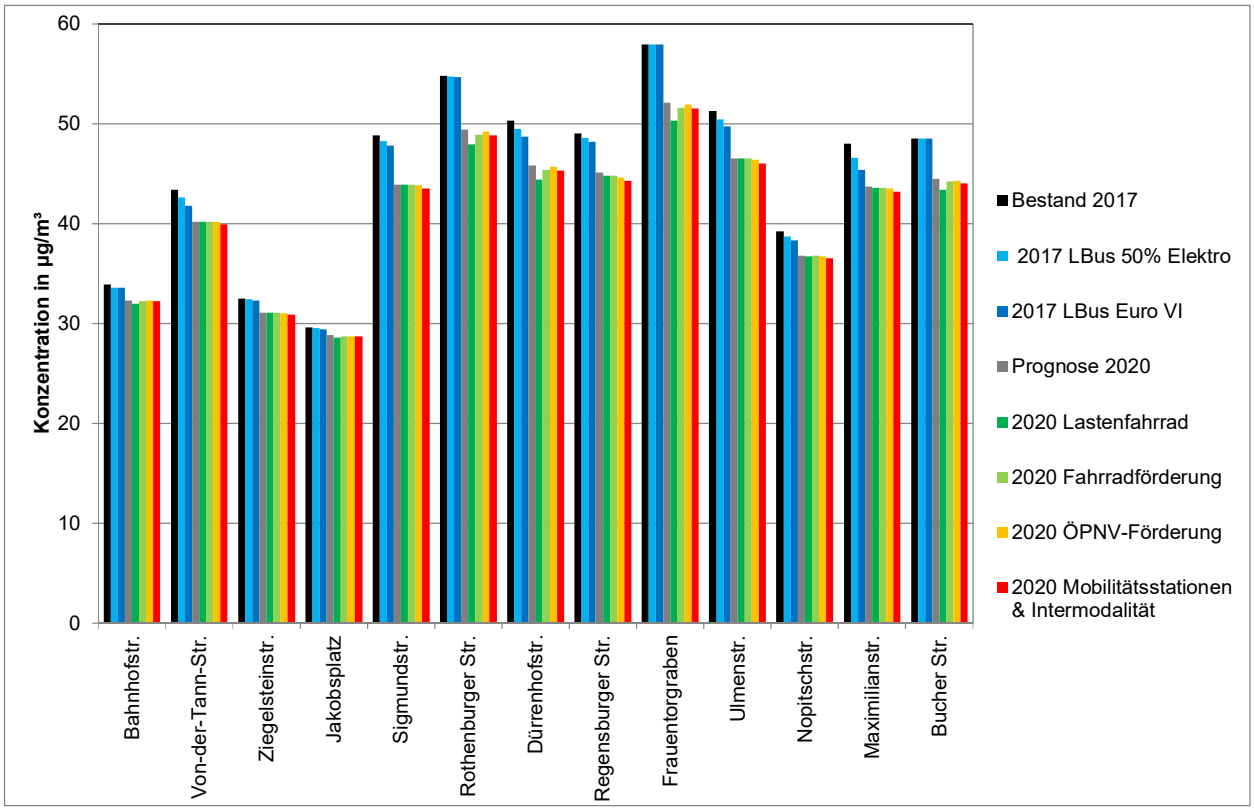


Abb. 6.14: Berechnete NO_2-Jahresmittelwerte für 2017 und 2020 und die genannten Maßnahmen für ausgewählte Straßenabschnitte in Nürnberg und für die Messstandorte.

6.4.1 Ableitung erforderlicher Einschränkungen

Zur Vermeidung der Überschreitung von 40 µg/m³ NO_2 im Jahresmittel ist eine deutliche Verringerung des verkehrsbedingten Beitrags an der Gesamtbelastung erforderlich. Die hierfür notwendige Reduktion des Verkehrsaufkommens ist in **Tab. 6.1** aufgeführt. Danach sind teilweise deutliche Einschnitte erforderlich, die mit moderaten Zuflussdosierungen schwer erreichbar sein können, wie in der Rothenburger Straße und Frauentorgraben mit Verkehrsreduzierungen um 37% bis 44% oder auch an der Dürrenhofstraße und der Ulmenstraße mit Verkehrsreduzierungen um über 25%. Bei gleichbleibender Verkehrsstärke und erzielter Emissionsreduktion durch vermehrten Einsatz emissionsfreier Fahrzeuge (z. B. Elektrofahrzeuge) leitet sich die Erfordernis von 22% bis 47% der Leichtfahrzeuge ab.

	Ausgangswerte		Ableitung	
	DTV in Kfz/24h	LKW-Anteil	reduzierter DTV in Kfz/24h	Erforderlicher Anteil E-Fahrzeuge (LV)
Sigmundstraße	26 400	9.1%	21 300	27%
Rothenburger Straße	23 800	3.0%	14 900	43%
Dürrenhofstraße	27 000	2.3%	19 900	30%
Regensburger Straße	28 900	2.9%	21 900	26%
Frauentorgraben	54 000	1.9%	30 200	47%
Ulmenstraße	31 900	6.3%	22 600	36%
Maximilianstraße	35 000	4.5%	28 700	22%
Bucher Straße	31 000	2.8%	24 100	25%

Tab. 6.1: Verkehrsbelegung auf den ausgewählten Straßenabschnitten und abgeleitete erforderliche reduzierte Verkehrsbelegung bzw. erforderlicher Anteil emissionsfreier Kfz für den Leichtverkehr

6.4.2 Begrenzung des MIV-Anteils am Modal-Split

Im Leitbild Verkehr der Stadt Nürnberg wird das Ziel formuliert, die Verkehrsmittelwahl der Bewohner der Stadt Nürnberg derart zu entwickeln, dass der motorisierte Individualverkehr nur noch 30% aller Wege ausmacht. Ergänzend soll dafür eine Einschätzung der Auswirkungen auf die NO_2-Konzentrationen gegeben werden. Das entspricht einer abweichenden Vorgehensweise im Rahmen dieses Masterplans, weil im Masterplan das Aufzeigen der Wirkung benannter Maßnahmen im Vordergrund steht und der vorliegende Fall ein Vorgriff auf das Ziel ohne direkt umsetzbare Maßnahmenschritte darstellt. Entsprechend dem Nahverkehrsplan Nürnberg, Fortschreibung 2017, fällt derzeit die Verkehrsmittelwahl der Bewohner der Stadt Nürnberg zu 43% auf den motorisierten Individualverkehr (MIV). Eine benannte Zielvorstellung von 30% MIV entspricht einer Reduktion der motorisierten PKW-Fahrten um knapp 30%. Bei diesem einfachen, pauschalen Ansatz kann nicht zwischen unterschiedlichen Straßenkategorien differenziert werden, d.h. es wird angenommen, dass sich die Reduktion der PKW-Fahrten auch auf die Hauptverkehrsstraßen in gleichem Umfang auswirken würde; das ist aus organisatorischen Gründen zu hinterfragen, da nicht ausgeschlossen ist, dass auf Hauptverkehrsstraßen frei werdende Kapazitäten durch andere Kfz-Fahrten ersetzt werden, die bislang aufgrund von Einschränkungen der Reisegeschwindigkeiten vermieden werden und solche Effekte nur durch ergänzende bauliche und organisatorische Einschränkungen im Straßenraum begrenzt werden können.

Umgelegt auf die in **Tab. 6.1** aufgeführten ausgewählten Straßenabschnitte ist an der rechten Spalte ablesbar, dass solch eine immense Reduzierung der PKW-Fahrten im Prognosejahr 2020 an den meisten Straßenabschnitten ein Überschreiten von 40 µg/m³ an der Randbebauung verhindern kann mit Ausnahme der in **Tab. 6.1** genannten Rothenburger Straße, Frauentorgraben und Ulmenstraße.

6.4.3 Förderung der E-Mobilität, Erweiterung der Ladesäulen

Für die Anzahl der auf den Straßen in Nürnberg verkehrenden Kfz mit emissionsfreiem Antrieb, wie reinen Elektrofahrzeugen, liegen keine straßennetzweiten Informationen vor. Aus den statistischen Angaben des Kraftfahrtbundesamtes zum Bestand der PKW ist abzuleiten, dass für die räumlichen statistischen Auswertebereiche des KBA für Nürnberg-Stadt und Nürnberg-Land im Jahr 2017 ca. 0.1% der PKW als Elektrofahrzeuge erfasst sind und im Jahr 2018 ca. 0.16% der PKW als Elektrofahrzeuge erfasst sind und in der Summe mit 568 PKW aufgeführt sind. Hochgerechnet auf das Jahr 2020 in Anlehnung an die Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung ISI (Fraunhofer, 2013) über die Entwicklung der Elektrofahrzeuge sind in Nürnberg ca. 1 025 PKW mit Elektroantrieb abgeleitet. Das entspricht nicht mehr als ca. 0.3% der gemeldeten PKW.

Für die vorliegenden Ausarbeitungen werden die Informationen über den Elektrofahrzeugbestand herangezogen und auf die mittlere Anzahl von Fahrten übertragen. Für die gemeldeten PKW mit Elektroantrieb in Nürnberg-Stadt und Nürnberg-Land wird angenommen, dass das Aufladen der Batterie für den täglichen Gebrauch weitgehend am Wohnort erfolgt; die innerhalb des Stadtgebietes zurückgelegten Entfernungen sollten für beide Fahrtrichtungen ohne erforderliche Zwischenladungen möglich sein. Unter der Annahme, dass im Mittel zwei Fahrten pro Tag mit dem E-Auto getätigt werden, ergeben sich im Jahr 2020 ca. 4 100 Fahrbewegungen pro Tag.

Für die Elektrofahrzeugbesitzer außerhalb der beiden Bereiche Nürnberg-Stadt und Nürnberg-Land sind die Fahrlängen eventuell zu lang, um sicher beide Fahrwege ohne Zwischenladung zu bewältigen. Derzeit sind entsprechend dem übergebenen Link (www.ladeverbund-frankenplus.de, abgerufen am 06.07.2018) in Nürnberg 16 öffentlich zugängliche Ladesäulen im Stadtgebiet installiert mit jeweils zwei Ladepunkten, die 2018 voraussichtlich auf 48 erweitert werden sollen. Bei einer Anschlussleistung von 22 kW kann

die Batterie innerhalb von ca. 20 Minuten soweit geladen werden, dass die Reichweite der Fahrzeuge hinreichend vergrößert werden kann. Auswertungen der Anzahl von Ladevorgängen in einer Großstadt haben für 2017 ergeben, dass bis zu 3 200 Ladungen pro Jahr, überwiegend aber weniger als 1 000 Ladungen pro Jahr im aktuellen Betrieb festgestellt wurden. Im Hinblick auf eine optimale Förderung der Nutzung der Ladesäulen wird hier zusätzlich der Einsatz neuer digitaler Medien vorausgesetzt. Das betrifft beispielsweise eine intensive Unterstützung neuer digitaler Medien in Form von Apps, auf denen abgelesen werden kann, ob an der nächsten Ladesäule ein Ladepunkt frei ist, wann im Fall einer Belegung eine Verfügbarkeit gegeben ist, ob ein weiterer Nutzer schon parat steht, eine zeitliche Voranmeldung abgegeben werden kann und eine Benachrichtigung der Nutzer bei Ladeende gegeben ist, um eine schnelle Freimachung des Ladepunktes zu erzielen. Optimistisch wird angesetzt, dass bei einer intensiven 16-stündigen Nutzung derzeit bis zu 1 000 Ladungen erfolgen können, d.h. weitere 2 000 Fahrten mit Elektrofahrzeugen getätigt werden.

In der Summe ergeben sich damit für den auf 2020 übertragenen E-Fahrzeugbestand in Nürnberg wie oben beschrieben und basierend auf der aktuellen Anzahl von öffentlich zugängigen Ladesäulen ca. 6 100 Fahrten mit Elektro-Kfz auf Hauptverkehrsstraßen im zentralen Stadtgebiet von Nürnberg. Für eine Übertragung der abgeschätzten Fahrten auf die Hauptverkehrsstraßen in Nürnberg wird auf den inneren, in **Abb. 6.9** dargestellten Bereich (Stadtteile Altstadt und engere Innenstadt, Weiterer Innenstadtgürtel Süd sowie Weiterer Innenstadtgürtel West/Nord/Ost) zurückgegriffen, indem die Gesamtsumme der Fahrten des Leichtverkehrs mit Orientierung zum Stadtzentrum und zurück gebildet wurde. Das macht in der Summe ca. 448 100 Fahrten pro Tag. Damit beträgt der Anteil der abgeleiteten Summe der Fahrten mit Elektro-Kfz nahezu 1.5% der Leichtverkehrsfahrten. Daraus ist ablesbar, dass entlang den Hauptverkehrsstraßen bei entsprechendem mittlerem Durchsatz an Elektrofahrzeugen die NO_2-Immissionen im Mittel weniger als 1 µg/m³ und bis nahezu 1 µg/m³ geringer sind gegenüber einem Kfz-Verkehr ohne Elektro-Kfz.

Die Maßnahme „Umsetzung des Ladesäulenkonzeptes der N-ERGIE“ sieht die Errichtung weiterer 30 Ladepunkte im Stadtgebiet von Nürnberg vor; damit sind bis zu ca. 1 920 weitere Fahrten pro Tag mit Elektro-Kfz möglich, indem eine Attraktivitätssteigerung der Nutzung für auswärtige Elektrofahrzeugbesitzer erfolgt. Damit wird der Anteil der Fahrten mit Elektro-Kfz an der Gesamtsumme der Fahrten des Leichtverkehrs mit Orientierung zum Stadtzentrum und zurück um nahezu weitere 0.5% erhöht.

6.4.4 Umstellung kommunaler Fahrzeuge auf Elektroantrieb/Fuhrparkmanagement Stadtverwaltung

Für die kommunale Fahrzeugflotte wird als Maßnahme eine Umrüstung auf Kfz mit Elektroantrieb genannt. Dafür werden 15 PKW und 10 Transporter benannt. Unter der Annahme einer intensiven Nutzung wird hochgerechnet, dass solch ein Fahrzeug im Mittel bis zu 5 mal pro Tag im Einsatz ist und damit 10 Fahrten pro Tag verbunden sind. Die Annahme wird durch den Vergleich mittlerer jährlicher Fahrleistungen eines kommunalen PKW von ca. 12 000 km pro Jahr unterstützt.

Daraus lassen sich im zentralen Stadtgebiet von Nürnberg auf den Hauptverkehrsstraßen ca. 250 Fahrten der kommunalen Fahrzeugflotte mit Elektro-Kfz ableiten. Das betrifft etwas weniger als 0.1% der Fahrten mit Elektro-Kfz an der Gesamtsumme der Fahrten des Leichtverkehrs mit Orientierung zum Stadtzentrum und zurück. Damit trägt die Maßnahme zur Verringerung der verkehrsbedingten NO_2-Beiträge bei, kann aber nicht als Werte der Verringerung in µg/m³ ausgedrückt werden.

6.4.5 Parkraumbewirtschaftung

Für die Parkraumbewirtschaftung in Nürnberg werden als Maßnahmen eine Gebührenerhöhung der kostenpflichtigen öffentlichen Stellplätze, eine Reduzierung der bisherigen Stellplätze durch Überführung in sogenannte Parklets, indem einzelne Stellplätze anderen öffentlichen Nutzungen zugeführt werden, Umwandlung kostenfreier in kostenpflichtige Stellplätze und Änderungen des Stellplatznachweises in Bebauungsplänen benannt. In der Fachliteratur werden verkehrliche Simulationsergebnisse bezüglich Reduzierungen des öffentlichen Stellplatzangebotes in zentralen Stadtbereichen und Verdopplung der Parkgebühren benannt, die in den zentralen Stadtbereichen zu Verringerungen des PKW-Verkehrs um ca. 2.5% führen.

Das führt in dem für die Maßnahme angesetzten inneren Bereich geringen Abnahmen der NO_2-Jahresmittelwerte, die im Mittel weniger als 1 µg/m³ und bis nahezu 1 µg/m³ umfassen.

6.5 Kleinräumig begrenzte Maßnahmen

6.5.1 Vermehrter Einsatz von Hybrid-Rangierloks

Nach positiven Erfahrungen mit dem Pilotprojekt für die Einführung von Hybrid-Rangierloks anstelle von Diesel-Rangierloks im Nürnberger Hauptbahnhof wird eine Ausweitung ange-

strebt. Untersuchungen (z. B. Kache, 2014) zeigen, dass mit Hybrid-Rangierloks beispielsweise in Tokio ca. 60 % der Stickoxidemissionen und ca. 30% des Kraftstoffverbrauchs reduziert wurden; für Alstom Hybridrangierloks wurde ebenfalls eine Kraftstoffverbrauchsminderung um 30% erfasst, was wiederum NO_x-Minderungen um ca. 60% erwarten lässt. In Presseartikeln zum Pilotprojekt in Nürnberg werden hingegen oft Reduzierungen um 70% genannt, teilweise Angaben bis 70%.

Für den derzeitigen Betrieb des Rangierbahnhofes Nürnberg wurde der Einsatz von zehn Rangierlokomotiven angenommen, die sich je hälftig aus der Baureihe 262 und der Baureihe 290 zusammensetzen. Mittels Emissionsfaktoren für dieselbetriebene Rangierlokomotiven (IFEU, 2003) wurden die auf dem Gelände des Rangierbahnhofes während des Betriebes emittierten Schadstoffmengen der Stickoxide im Tagesverlauf ermittelt. Dabei wurde ein zehnstündiger Betrieb angenommen mit einem Leerlaufbetrieb der Lokomotivmotoren zu 40 % der Betriebszeit und eine im Mittel 50-prozentige Motorenauslastung während den übrigen Betriebszeiten. Die so berechneten NO_x-Gesamtemissionen wurden unter Berücksichtigung von Bereichen mit erhöhten Fahrbewegungen von Rangierlokomotiven anteilig auf Fahrwege auf dem Gelände des Rangierbahnhofes verteilt. Zur Bewertung der Maßnahme wurden die so ermittelten Stickoxidemissionen um 60 % reduziert.

Die Maßnahme „Vermehrter Einsatz von Hybrid-Rangierloks“ sowie die nachfolgende Maßnahme zum Schiffsverkehr beziehen sich einerseits nicht auf den Kfz-Verkehr und sind andererseits nur in je einer Teilfläche des Stadtgebietes wirksam. **Abb. 6.15** zeigt den Teilbereich um den Rangierbahnhof auf der Grundlage eines Ausschnittes der Stadtkarte Nürnberg, wobei die regelmäßigen Fahrbereiche der Rangierlokomotiven grob in roter Farbe eingetragen sind. In **Abb. 6.16** sind die berechneten NO_2-Zusatzbelastungen im Jahresmittel durch den bisherigen Betrieb der Rangierlokomotiven in einem Auswerteraster von 10 m x 10 m aufgetragen. Im Nahbereich der intensiv frequentierten Rangierstrecken sind NO_2-Zusatzkonzentrationen bis 8 µg/m³ und ab einem Abstand von ca. 70 m weniger als 1 µg/m³ berechnet. Davon sind teilweise benachbarte, dicht an den Gleisen liegende Wohnnutzungen betroffen, überwiegend jedoch Gleisanlagen und gewerbliche Nutzungen sowie Freiflächennutzungen.

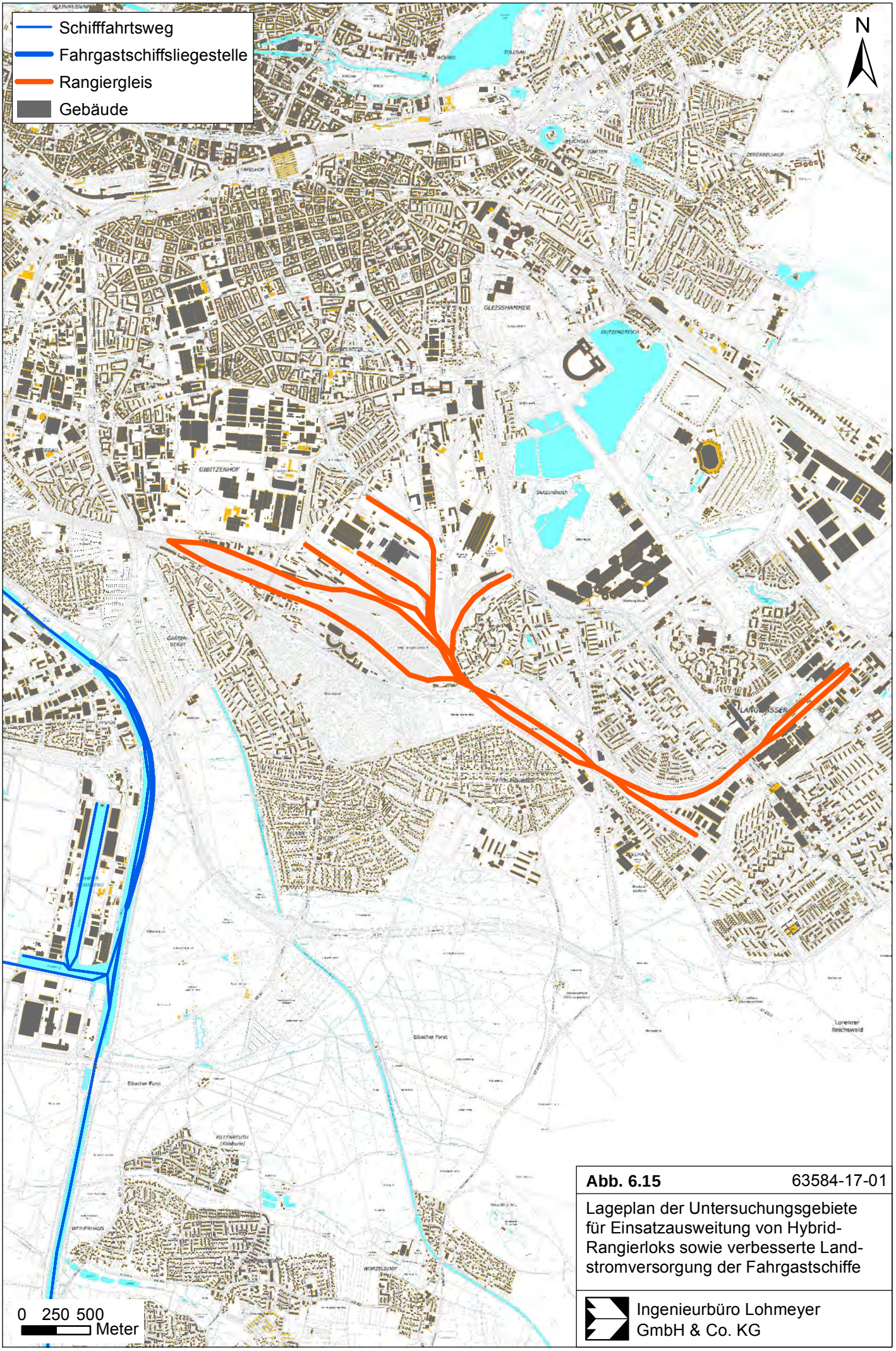


Abb. 6.15 63584-17-01

Lageplan der Untersuchungsgebiete für Einsatzausweitung von Hybrid-Rangierloks sowie verbesserte Landstromversorgung der Fahrgastschiffe

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

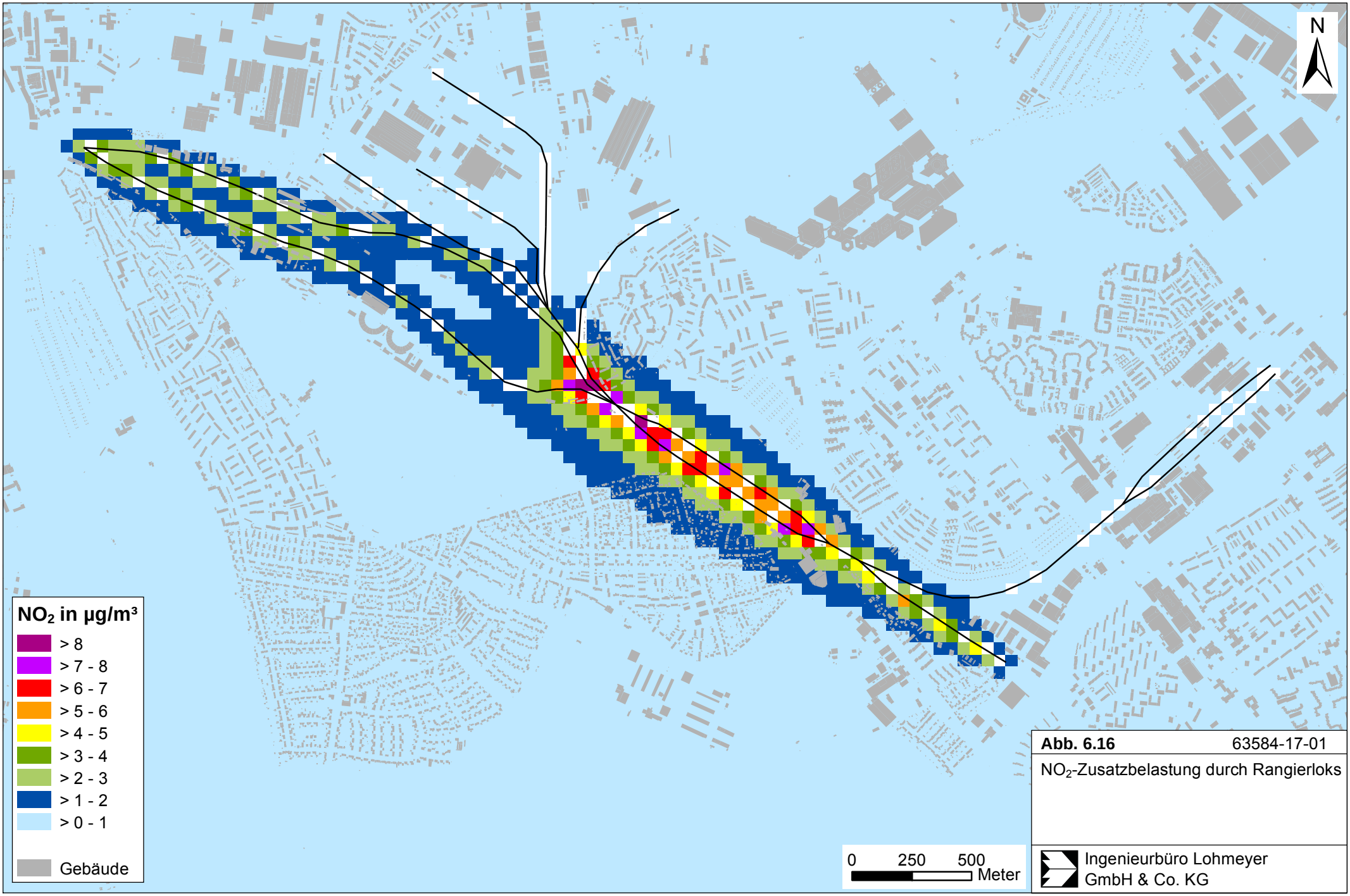


Abb. 6.16 63584-17-01

NO_2-Zusatzbelastung durch Rangierloks

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Mit der Maßnahme „Vermehrter Einsatz von Hybrid-Rangierloks“ sind die durch den Rangierbetrieb bedingten berechneten NO_2-Zusatzbelastungen in **Abb. 6.17** dargestellt. Im Nahbereich der intensiv frequentierten Rangierstrecken sind NO_2-Zusatzkonzentrationen bis 5 µg/m³ und ab einem Abstand von ca. 40 m weniger als 1 µg/m³ berechnet. Davon sind teilweise benachbarte, dicht an den Gleisen liegende Wohnnutzungen betroffen, überwiegend jedoch Gleisanlagen und gewerbliche Nutzungen sowie Freiflächennutzungen.

Mit den flächenhaften Ergebnisdarstellungen der Berechnungen wird sowohl die Intensität als auch der räumliche Umgriff der Wirkung der Minderung der NO_2-Zusatzkonzentrationen bezogen auf den Betrieb der Rangierlokomotiven aufgezeigt.

6.5.2 Verbesserung der Landstromversorgungsanlagen im Hafen Nürnberg

Der Schwerpunkt „Verbesserung der Landstromversorgungsanlagen im Hafen Nürnberg“ umfasst die Verbesserung des Landstromversorgungsangebotes von 400 A auf 800 A für die Kreuzfahrtschiffe im Personenhafen Nürnberg. Derzeit werden ca. 80 % der am Europakai anlegenden Fahrgastschiffe mit Landstrom versorgt.

Für die Ermittlung des Beitrags der Schifffahrt auf dem Main-Donau-Kanal zur NO_2-Gesamtbelastung in Nürnberg wurden durch die Stadt Nürnberg Angaben über die anlegenden Fahrgastschiffe zur Verfügung gestellt. Im Jahr 2017 fanden ca. 1 000 Anlegevorgänge statt. Zudem wurden von der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes für die Schleusen Nürnberg und Eibach Angaben über die Anzahl der geschleusten Fahrgast- und Güterschiffe eingeholt. Im Jahr 2017 passierten ca. 1 300 Fahrgastschiffe und ca. 4 100 Güterschiffe die Schleusen. Den Statistikdaten für das Jahr 2016 der Hafen Nürnberg-Roth GmbH wurden 400 Anlegevorgänge für Güterschiffe entnommen.

Weiter werden für die Ermittlung des Beitrags der Schifffahrt Angaben über die Motorleistung benötigt. Den Angaben des Belegungsplans des Personenhafens wurden die Schiffsnamen der anlegenden Schiffen entnommen, die dazugehörigen Motorleistungen recherchiert und eine mittlere Motorleistung der Fahrgastschiffe abgeleitet. Die Motorleistungen der Güterschiffe wurden Angaben über die Flottenstruktur der Güterschiffe im Abschnitt Nürnberg – Fürth aus Planco (2007) entnommen.

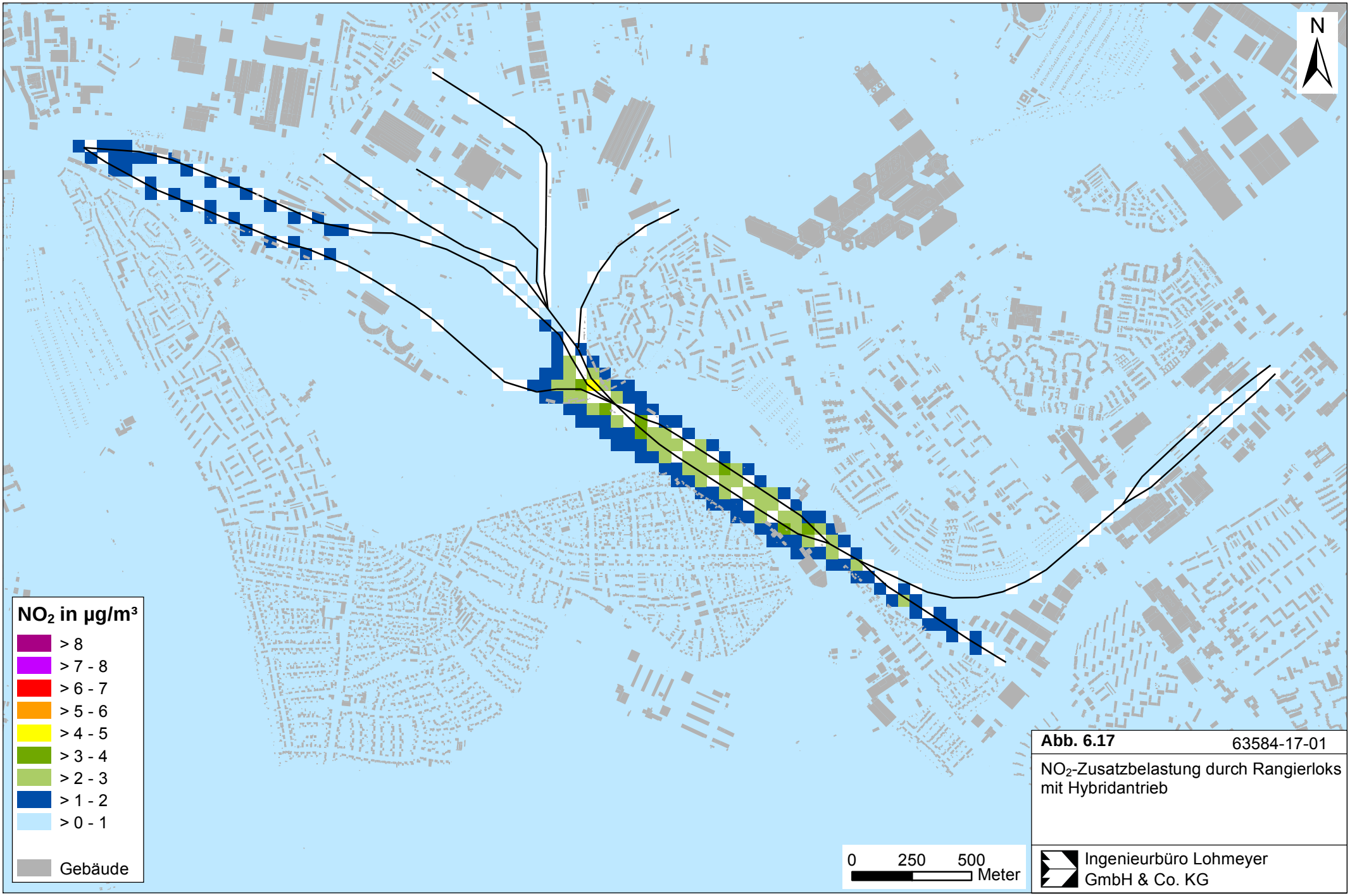


Abb. 6.17 63584-17-01

NO_2-Zusatzbelastung durch Rangierloks mit Hybridantrieb

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Mittels dieser Angaben wurden die Stickoxidemissionen der Schifffahrt getrennt für Fahrten auf freier Strecke, für Freisetzungen in Schleusenbereichen sowie für Freisetzungen im Bereich der Liegestellen berechnet. Dabei wird für Fahrgastschiffe eine Liegezeit von 24 h angenommen und eine 80 prozentige Landstromversorgung berücksichtigt. Für die Güterschiffe wird eine Liegezeit von 10 h angenommen.

Die Lage der Schifffahrtsstrecken auf dem Main-Donau-Kanal ist in **Abb. 6.15** mit blauen Linien dargestellt. Die Liegestellen der Fahrgastschifffahrt sind dick am östlichen Ufer dargestellt. Westlich zweigen die Einfahrtbereiche in den Güterverkehrshafen ab. Die oben genannte Schleuse Nürnberg befindet sich nordwestlich des Personenhafens und die Schleuse Eibach ist südlich des Güterverkehrshafens gelegen. In **Abb. 6.18** sind die berechneten NO_2-Zusatzbelastungen im Jahresmittel durch den Berufsschiffsverkehr in einem Auswerteraster von 10 m x 10 m aufgetragen. Entlang den Fahrrinnen sind teilweise NO_2-Zusatzkonzentrationen bis 8 µg/m³ und ab einem Abstand von ca. 40 m weniger als 1 µg/m³ berechnet. Das betrifft vor allem den Personenhafen mit langen Liegezeiten trotz guter Ausstattung mit Landstromversorgung. Weiter zeichnen sich im Bereich der Schleusen durch die längere Verweildauer NO_2-Zusatzbelastungen bis 5 µg/m³ ab, während entlang den Kanalstrecken und dem Güterverkehrshafen NO_2-Zusatzbelastungen nicht über 2 µg/m³ berechnet sind. Von den NO_2-Zusatzbelastungen sind überwiegend die Uferbereiche mit Freiflächennutzungen betroffen, teilweise gewerbliche Nutzungen.

Zur Bewertung der Maßnahme wird eine Landstromversorgung der Fahrgastschiffe zu 100 % angenommen. Die Ergebnisse der berechneten NO_2-Zusatzbelastungen mit Umsetzung der Maßnahme sind in **Abb. 6.19** aufgezeigt. Danach treten im Nahbereich der Wasserstraße NO_2-Zusatzbelastungen bis 5 µg/m³ auf und der flächenhafte Bereich mit etwas höheren NO_2-Zusatzkonzentrationen um den Personenhafen ist deutlich verringert gegenüber dem Bestand. Von den NO_2-Zusatzbelastungen sind nur die Uferbereiche mit Freiflächennutzungen betroffen, teilweise gewerbliche Nutzungen.

Mit den flächenhaften Ergebnisdarstellungen der Berechnungen wird sowohl die Intensität als auch der räumliche Umgriff der Wirkung der Minderung der NO_2-Zusatzkonzentrationen bezogen auf den Berufsschiffsverkehr aufgezeigt.

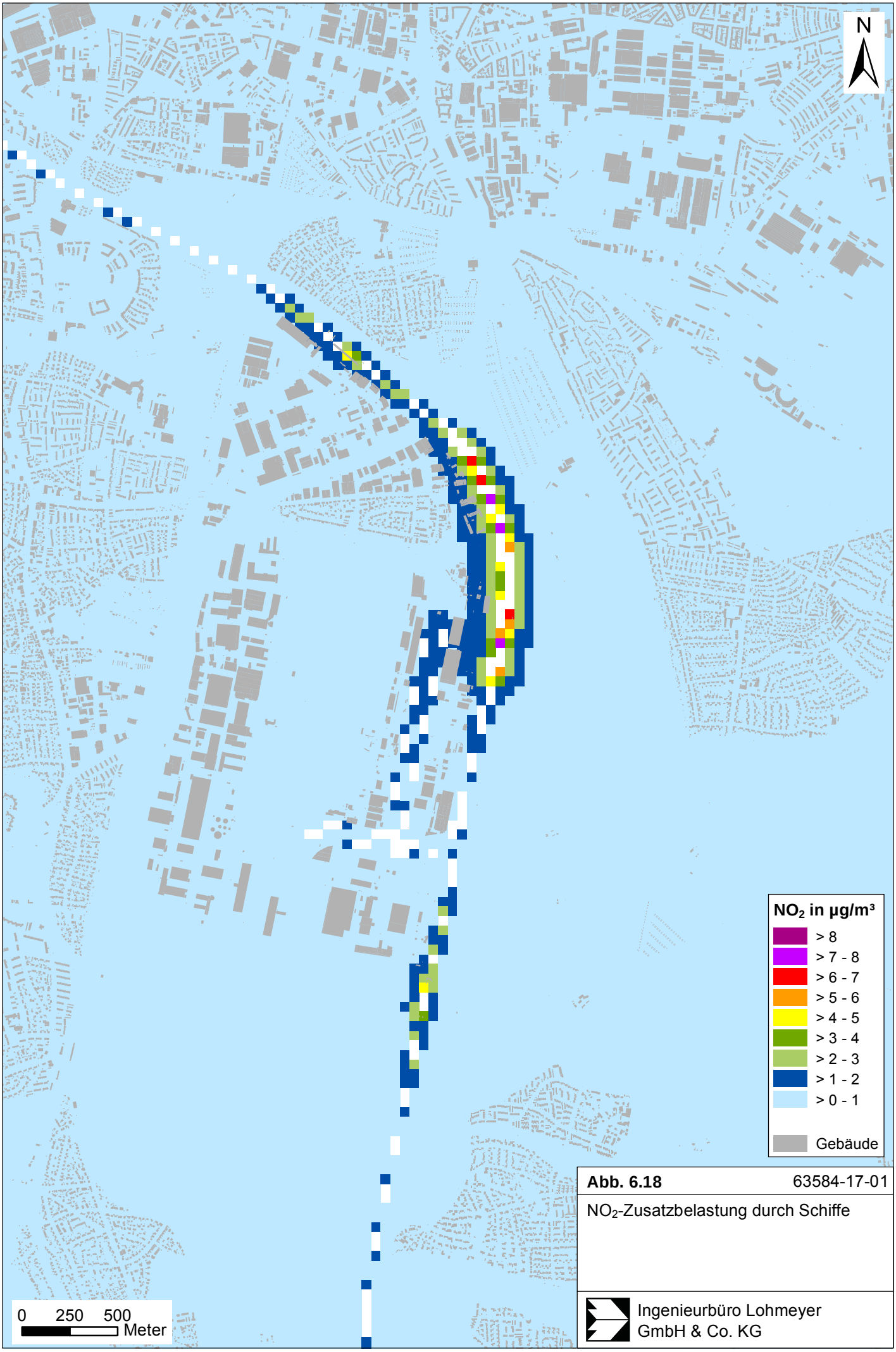


Abb. 6.18 63584-17-01

NO_2-Zusatzbelastung durch Schiffe

Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

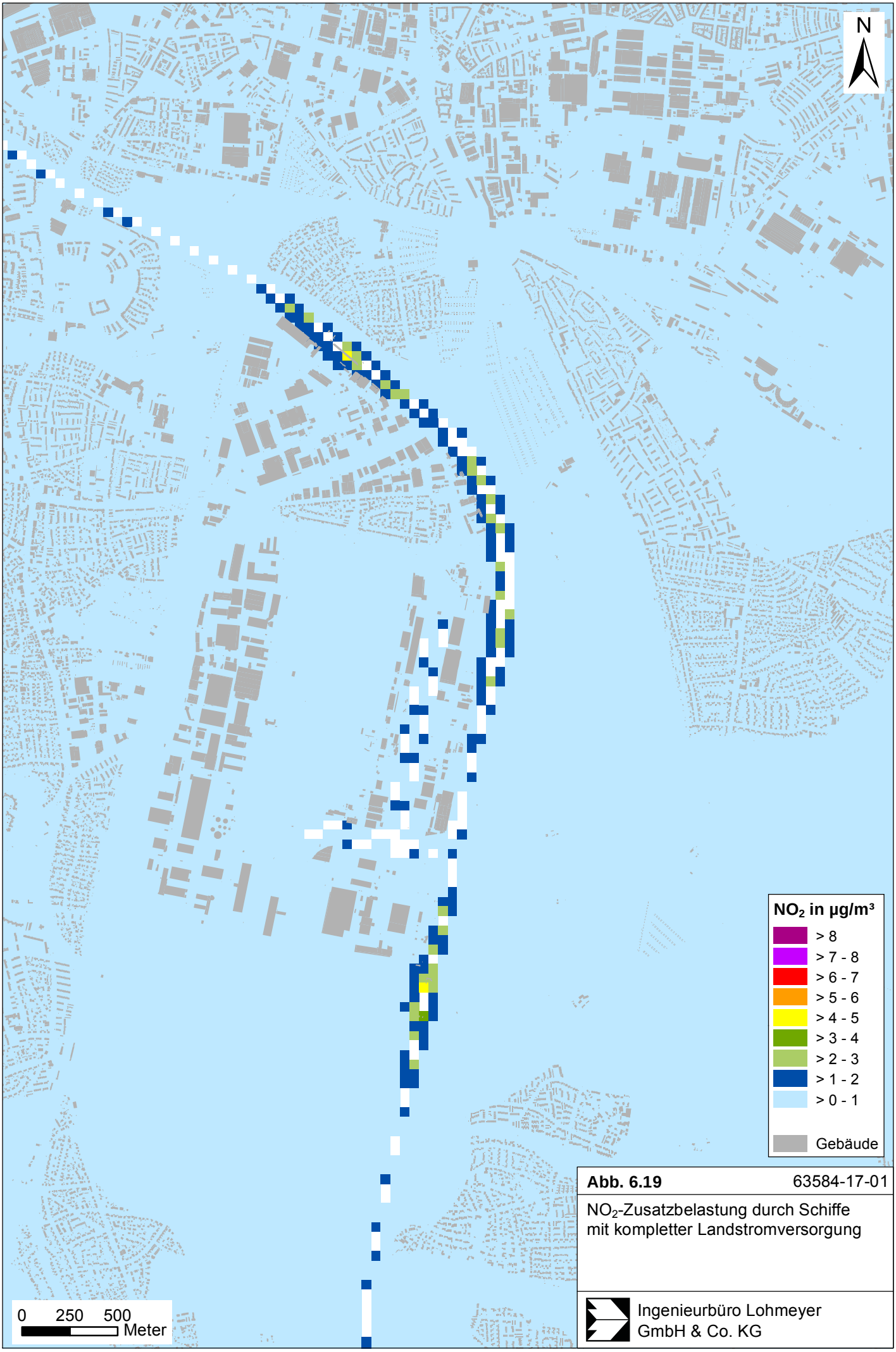


Abb. 6.19 63584-17-01

NO_2-Zusatzbelastung durch Schiffe mit kompletter Landstromversorgung

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

6.5.3 Fassadenbegrünung in der Südstadt

Für Straßenabschnitte mit dichter Bebauung und hohen NO_2-Jahresmittelwerten sollen insbesondere in der Südstadt von Nürnberg Projekte zur Fassadenbegrünung besonders gefördert werden.

Aktuell liegen wenig belastbare Messdaten mit Nachweis der NO_2-Verringerung durch Dach- und Fassadenbegrünung sowie Straßenraumbegrünung vor. Im letzten Jahr wurden beispielsweise in Stuttgart an einer der zentralen Hauptverkehrsstraßen zur Schadstoffminderung, dort vor allem Feinstaub, vertikal an Wänden Moosmatten installiert. Begleitet wurde dieser Feldversuch neben Feinstaubkonzentrationsmessungen auch von der Erhebung meteorologischer Parameter sowie NO_2-Konzentrationen an mehreren Standorten. Die Auswertungen sind bislang noch nicht veröffentlicht, lassen bezüglich der NO_2-Minderungswirkung jedoch keine gravierenden Effekte erwarten.

Auswertungen der Zeitreihen der gemessenen NO_2-Konzentrationen an verschiedenen städtischen und verkehrsbezogenen Standorten in Stuttgart über ein Kalenderjahr im Vergleich zwischen den Jahreszeiten und den Stationen untereinander zeigen keine systematischen Unterschiede, die auf Minderungswirkungen durch die unterschiedlich vorhandene Vegetationsausstattung in der Vegetationsperiode an den unterschiedlichen verkehrsbezogenen Standorten schließen lassen.

Ähnliches trifft auf die Installation von zwei sog. „City Trees“ (Green City Solutions GmbH, Berlin) in Reutlingen auf dem Mittelstreifen einer sehr stark frequentierten innerstädtischen Straße nahe einer Luftmessstation (Reutlingen-Lederstraße) zu, an der bislang messtechnisch keine Effekte bezogen auf diese Installation abgeleitet werden konnten.

Für eine Straßenraumbegrünung mit intensiven verkehrsbedingten Schadstofffreisetzungen werden in der Fachliteratur gegenläufige Effekte beschrieben. Das betrifft auf der einen Seite die Beeinflussung der Windverhältnisse innerhalb des Straßenraumes, d.h. den Bereich quer zur Straße zwischen der seitlich begrenzenden Bebauung, der sich aus Fahrbahn, Fußgängerwegen, Radwegen, Stellplätzen, Vorgärten etc. zusammensetzen kann. Werden in diesen Bereichen Bäume mit großen und dichten Kronen installiert, wird im belaubten Bereich die Windgeschwindigkeit deutlich reduziert, der Luftaustausch deutlich eingeschränkt und damit

die Schadstoffkonzentration deutlich gegenüber nicht mit Baumpflanzungen versehenen Bereichen erhöht. Am ungünstigsten sind die Konstellationen, in denen die belaubten Bereiche an den Straßenraumrändern angeordnet sind und dort praktisch die Randbebauung berühren. Bei nicht paralleler Windanströmung in Straßenschluchten wird damit der strömungsrelevante Nachlaufwirbel in der Geschwindigkeit derart verringert, dass die im Straßenraum freigesetzten Luftschadstoffe kaum abtransportiert werden.

Bei einer Vegetationsausstattung ohne Bäume (ebenerdig Rasen, Büsche etc., vertikal Fassadenbegrünung) erfolgt an den Vegetationsoberflächen eine Deposition, d.h. von den schadstoffbelasteten Luftmassen, die in Kontakt mit der Vegetationsoberfläche treten, wird ein geringer Anteil an der Vegetationsoberfläche haften und den Luftmassen entnommen. Da insgesamt von der durch die Windanströmung und verkehrsinduzierten Turbulenz bewegten großen gesamten Luftmasse des Straßenraumes nur ein geringer Anteil mit Randnutzungen in Berührung kommen kann, wird der Vegetationsausstattung von Straßenräumen eine relativ geringe Minderung zugesprochen. Die Dachbegrünung kann lediglich zu einer Verringerung der Konzentrationen über dem Dachniveau führen, wobei dort gegenüber den Straßenschluchten und Straßenräumen deutlich geringere Luftkonzentrationen vorherrschen, die den städtischen Hintergrundbelastungen ähnelt. Von den relativ geringen Konzentrationen kann über Depositionen ein geringer Teil den Luftmassen entnommen werden, sodass die Minderungswirkung insgesamt nicht als messtechnisch nachweisbar einzustufen ist.

Jahresbezogene NO_2-Minderungen in stark frequentierten Hauptverkehrsstraßen durch Vegetationsausstattung können entsprechend Modellsimulationen mit gängigen Depositionsgeschwindigkeiten für Vegetationsoberflächen geringe einstellige Prozentwerte umfassen, d.h. kleinräumig in der Größenordnung bis ca. 2 µg/m^3 umfassen. In der Vegetationsperiode können bei voller Belaubung auch etwas höhere Minderungen durch Entnahme an den Vegetationsoberflächen rechnerisch ermittelt werden. Solche Modellsimulationen beziehen sich auf intensive Begrünungsmaßnahmen eines gesamten, mindestens hundert Meter langen Straßenabschnittes mit Randbebauung mit Ausnahme der Verkehrsflächen; d.h. bei Begrünungsmaßnahmen mit geringerer Ausdehnung sind geringere Wirkungen ableitbar.

7 MASSNAHMENBÜNDEL

Für die Maßnahmen „Linienbusse“, „Lieferverkehr mit Lastenfahrrad“ und „Förderung der E-Mobilität“ wurde flächenhaft, für die Maßnahmen „Vermehrter Einsatz von Hybrid-Rangierloks“ und „Verbesserung der Landstromversorgungsanlagen im Hafen Nürnberg“ wurde für Teilgebiete die Minderungswirkung berechnet. Für weitere Maßnahmen wurde die Minderungswirkungsberechnung nach thematischen Maßnahmengruppen vorgenommen, da die Wirkung einzelner Maßnahmen auf der Grundlage der verfügbaren Eingangsdaten nicht abbildbar war. Für die Berechnung der Minderungswirkung der thematischen Maßnahmengruppen "ÖPNV-Förderung", "Fahrradverkehrsförderung", "Mobilitätsstationen & Intermodalität" und „Parkraumbewirtschaftung“ wurden Analogieschlüsse basierend auf Angaben in der Fachliteratur zur Reduktion der MIV-Fahrten getroffen. Daraus ergaben sich für die beschriebenen Maßnahmengruppen moderate Minderungswirkungen mit geringen Unterschieden, die keine eindeutige Priorisierungsrangfolge bezüglich der Minderungsintensität aufzeigt. Dementsprechend wurde die Vorgehensweise erweitert und es wurden durch die Stadtverwaltung Nürnberg drei Maßnahmenbündel mit Maßnahmen aus den verschiedenen Themenbereichen zusammengestellt und für die Darstellung der Minderungsmaßnahmen vorgegeben. Bei der Zusammenstellung war das Sofortprogramm Saubere Luft maßgebend. Der Fokus lag auf der schnellen Umsetzung bzw. Umsetzbarkeit und einer relativ hohen Wirksamkeit:

- Umsetzung bereits beschlossener Maßnahmen
- Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen
- Maßnahmen mit höchster Wirkung

Das von der Stadtverwaltung Nürnberg zusammengestellte, vorgegebene und mit „Umsetzung beschlossener Maßnahmen“ benannte **Maßnahmenbündel 1** umfasst folgende Einzelmaßnahmen:

- Mobilitätsstationen – 2. Ausbaustufe
- LSA-Bevorrechtigung – Projekt Beschleunigung Linie 4 Nord, Projekt Ringbuskonzept Nürnberg, Projekt Bayernstraße
- Anschaffung zusätzlicher U-Bahnwagen – 7 konventionelle Fahrzeuge
- Anschaffung Straßenbahnzüge
- Nachrüstung Dieselbusse – 11 - 13 Busse
- Revitalisierung U-Bahnhöfe
- Fahrradverleihsystem
- Ausbau überdachte Radabstellanlagen & Bike+Ride

- Rotmarkierung bestehender Radstreifen – 1. Priorität
- Radschnellwege
- Planung und Bau von Radverkehrsanlagen
- Fahrradstraßen – Baustufe 1
- Umwandlung von Stellplätzen in Radabstellanlagen
- Umstellung Busflotte auf elektrische Antriebe – 6 E-Busse
- Ausbau der Ladesäulen
- Umstellung kommunale Nutzfahrzeuge
- Verbesserung der Landstromversorgungsanlagen
- Pilotprojekt Fassadenbegrünung
- Fuhrparkmanagement

Die Zusammenstellung für das Maßnahmenbündel 1 enthält damit für die Wirkung im Netz die oben beschriebenen Maßnahmen zur ÖPNV-Förderung und zur Fahrradverkehrsförderung. Weiter sind für einige Maßnahmen Teilumsetzungen in dieses Maßnahmenbündel 1 aufgenommen, d.h. beispielsweise eine Umrüstung einiger der Linienbusse auf Euro VI und Umstellung einiger der Linienbusse auf Elektroantrieb, die entsprechend anteilig berücksichtigt sind. Die Ergebnisse der Berechnungen sind für das Maßnahmenbündel in **Abb. 7.1** für die betrachteten Straßenabschnitte mit Randbebauung aufgezeigt.

Für das Maßnahmenbündel 1 sind Abnahmen der NO_2-Jahresmittelwerte, die im Mittel an den Straßenabschnitten mit Randbebauung mit weniger als 1 µg/m³ und bis nahezu 2 µg/m³ berechnet sind.

Zusätzlich ist anzumerken, dass die Maßnahme „Verbesserung der Landstromversorgungsanlagen“ für die Fahrgastschiffe in dessen direkter Umgebung zu Verringerungen der NO_2-Konzentrationen führt, wie in Kap. 6.5.2 beschrieben, sich aufgrund der Abstände nicht wesentlich an den berücksichtigten Straßenabschnitten mit Randbebauung auswirkt. Das Pilotprojekt Fassadenbegrünung in der Südstadt ist in die Berechnungen nicht eingebunden, da die mögliche kleinräumige Wirksamkeit stark von dem Ausgangszustand und der Umsetzung abhängt, wie in Kap. 6.5.3 beschrieben.

Das von der Stadtverwaltung Nürnberg zusammengestellte, vorgegebene und mit „Zusätzliche kurzfristig umsetzbare Maßnahmen“ benannte **Maßnahmenbündel 2** beinhaltet eine Vielzahl der betrachteten Maßnahmen und umfasst folgende Einzelmaßnahmen:

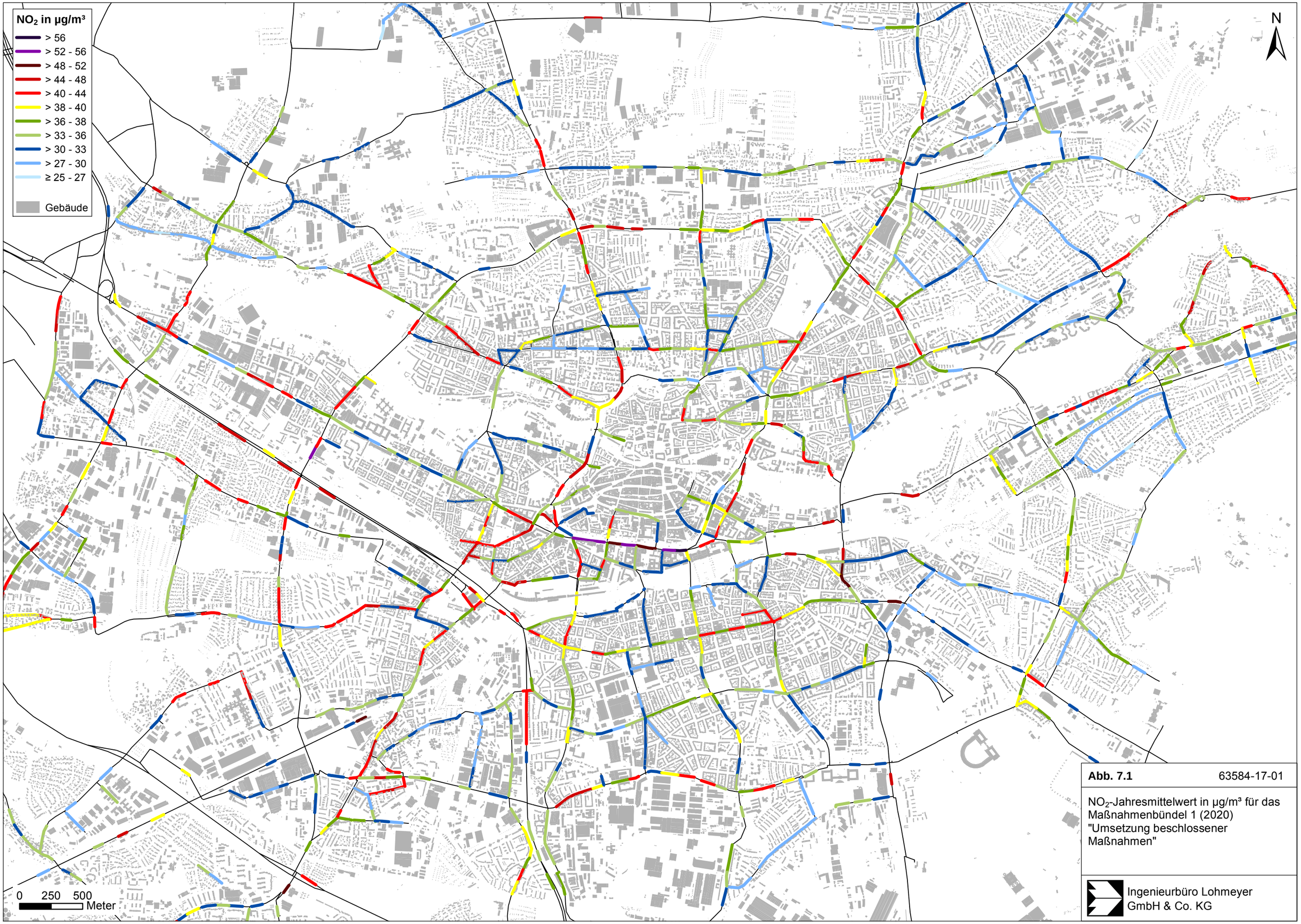


Abb. 7.1 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für das Maßnahmenbündel 1 (2020) "Umsetzung beschlossener Maßnahmen"

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

- Mobilitätsstationen – 3. Ausbaustufe
- Pilotprojekt „Verkehrsverbund übergreifende Mobilitätsplattform“
- 100%-Ausbau WLAN
- Logistikkonzepte (Belieferung per Lastenfahrrad)
- Förderung der Anschaffung von Pedelec-Lastenrädern
- Vertiefende Untersuchung Altstadtquerung der Stadtbahn
- Imagekampagne
- Einrichtung von Busspuren
- Erweiterung Dialogmarketing auf Umweltverbund
- Spurreduzierung an Hauptverkehrsstraßen zugunsten von Radspuren
- Neubürgerinformation
- Umwandlung von Stellplätzen in Parklets
- Änderung des Stellplatznachweises in Bebauungsplänen
- Verbesserungen für Fußgängerinnen
- Umsetzung Mobilitätskonzept
- Gebührenerhebung auf unbewirtschafteten Stellplätzen in der Innenstadt
- Umrüstung aller Linienbusse auf Euro VI

Die Zusammenführung der Ergebnisse aus den in Kapitel 6 beschriebenen NO_2-Minderungswirkungen für das Maßnahmenbündel 2 sind in **Abb. 7.2** dargestellt und führen zu Abnahmen der NO_2-Jahresmittelwerte, die im Mittel an den Straßenabschnitten mit Randbebauung ca. 1 µg/m³ und bis 9 µg/m³ umfassen.

Zusätzlich ist anzumerken, dass in den Maßnahmen mehrere Straßenzüge mit Spurreduktionen zugunsten von Busspuren und Fahrradspuren enthalten sind; dafür werden in Analogie zu den auf detaillierte Untersuchungen basierenden Angaben der Fachliteratur für einen etwa 1 km langen Straßenabschnitt Minderungen von 10% des Kfz-Verkehrs pauschal angesetzt. Für eine Übertragung auf die genannten langen, zusammenhängenden Spurreduzierungen zugunsten des Bus- bzw. Fahrradverkehrs sind Bestätigungen durch Untersuchungen mittels Verkehrsumlegungen oder Feldversuchen anzuraten.

Die benannte Maßnahme „Vertiefende Untersuchung Altstadtquerung“ ist nicht direkt in die Berechnungen in Form einer direkten Verkehrsminderung auf einem ausgewählten Streckenzug eingeflossen; da die Maßnahme nur eine konzeptionelle Untersuchung darstellt, ist keine Wirkung auf NO_2 möglich und kann in diesem Maßnahmenbündel 2 nicht mit einer Wirkung eingehen.

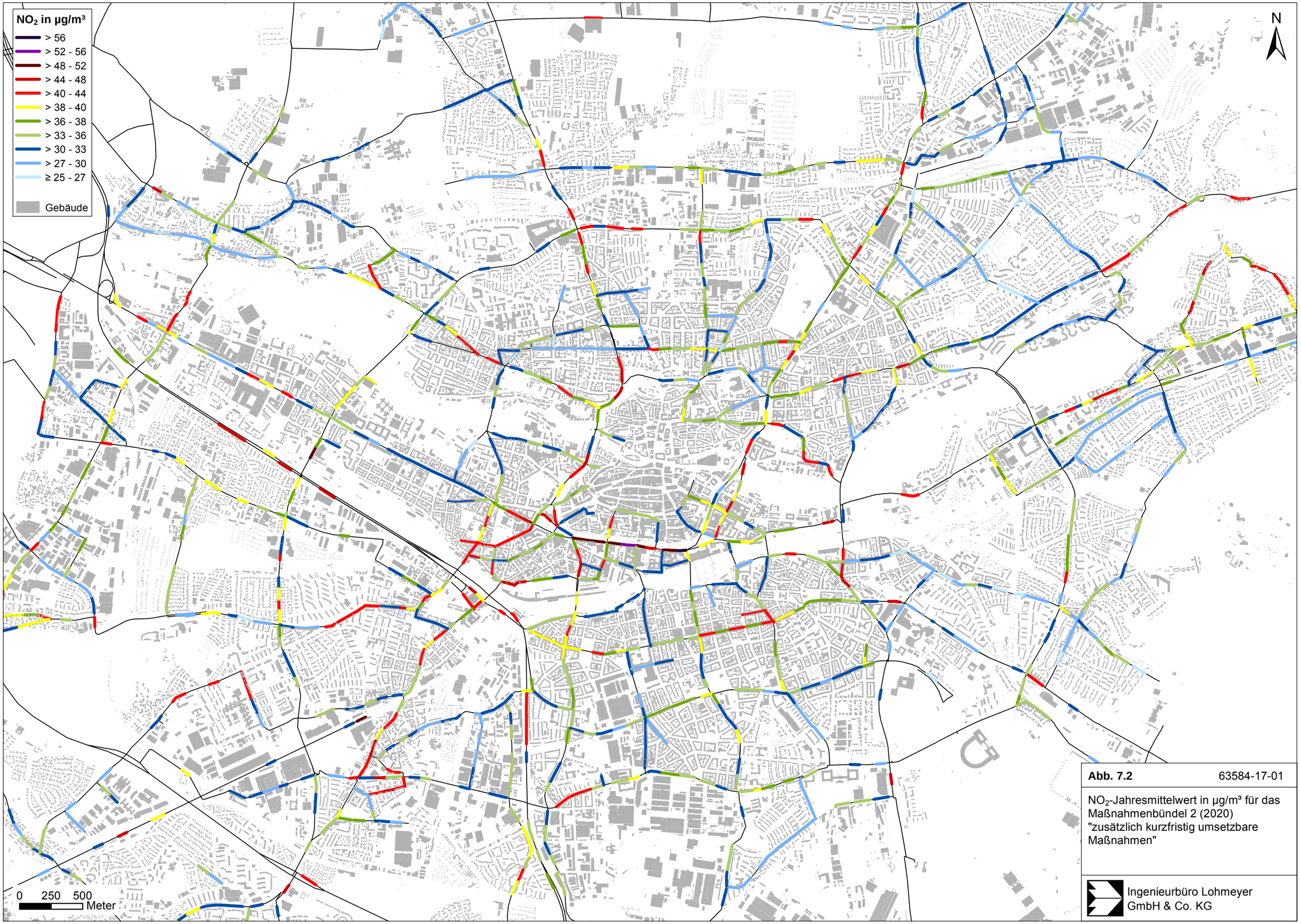


Abb. 7.2 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für das Maßnahmenbündel 2 (2020) "zusätzlich kurzfristig umsetzbare Maßnahmen"

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Das von der Stadtverwaltung Nürnberg zusammengestellte, vorgegebene und mit „Maßnahmen mit höchster Minderungswirkung“ benannte **Maßnahmenbündel 3** umfasst folgende Einzelmaßnahmen:

- Umstellung der Busflotte auf elektrischen Antrieb – 15 + 19 Busse
- Einrichtung von Busspuren
- Spurreduzierung an Hauptverkehrsstraßen zugunsten von Radspuren
- Förderung der Anschaffung von Pedelec-Lastenrädern
- Logistikkonzepte (Belieferung per Lastenfahrrad)
- Gebührenerhöhung für öffentliche Stellplätze
- Pilotprojekt „Fassadenbegrünung in der Südstadt“
- Spurreduzierung zugunsten von Grün
- Mobilitätsstationen
- E-Ticketing

Die Ergebnisse für das Maßnahmenbündel 3 sind in **Abb. 7.3** dargestellt und führen zu Abnahmen der NO_2-Jahresmittelwerte, die im Mittel an den Straßenabschnitten mit Randbebauung nahezu 1 µg/m³ und bis nahezu 5 µg/m³ umfassen.

Zusätzlich ist anzumerken, dass in den Maßnahmen mehrere Straßenzüge mit Spurreduktionen zugunsten von Busspuren und Fahrradspuren enthalten sind; dafür werden in Analogie zu den auf detaillierte Untersuchungen basierenden Angaben der Fachliteratur für einen etwa 1 km langen Straßenabschnitt Minderungen von 10% des Kfz-Verkehrs pauschal angesetzt. Für eine Übertragung auf die genannten langen, zusammenhängenden Spurreduzierungen zugunsten des Bus- bzw. Fahrradverkehrs sind Bestätigungen durch Untersuchungen mittels Verkehrsumlegungen oder Feldversuchen anzuraten.

Das Pilotprojekt Fassadenbegrünung in der Südstadt ist in die Berechnungen nicht eingebunden, da die mögliche kleinräumige Wirksamkeit stark von dem Ausgangszustand und der Umsetzung abhängt, wie in Kap. 6.5.3 beschrieben.

Zusammenfassend sind die mit Netzwirkung berechneten Immissionen für den Bestand 2017 und den Prognosenullfall 2020 sowie die oben genannten drei Maßnahmenbündel für die in Kap. 6.4 beschriebene Auswahl von Straßenabschnitten ausgewertet und in **Abb. 7.4** dargestellt.

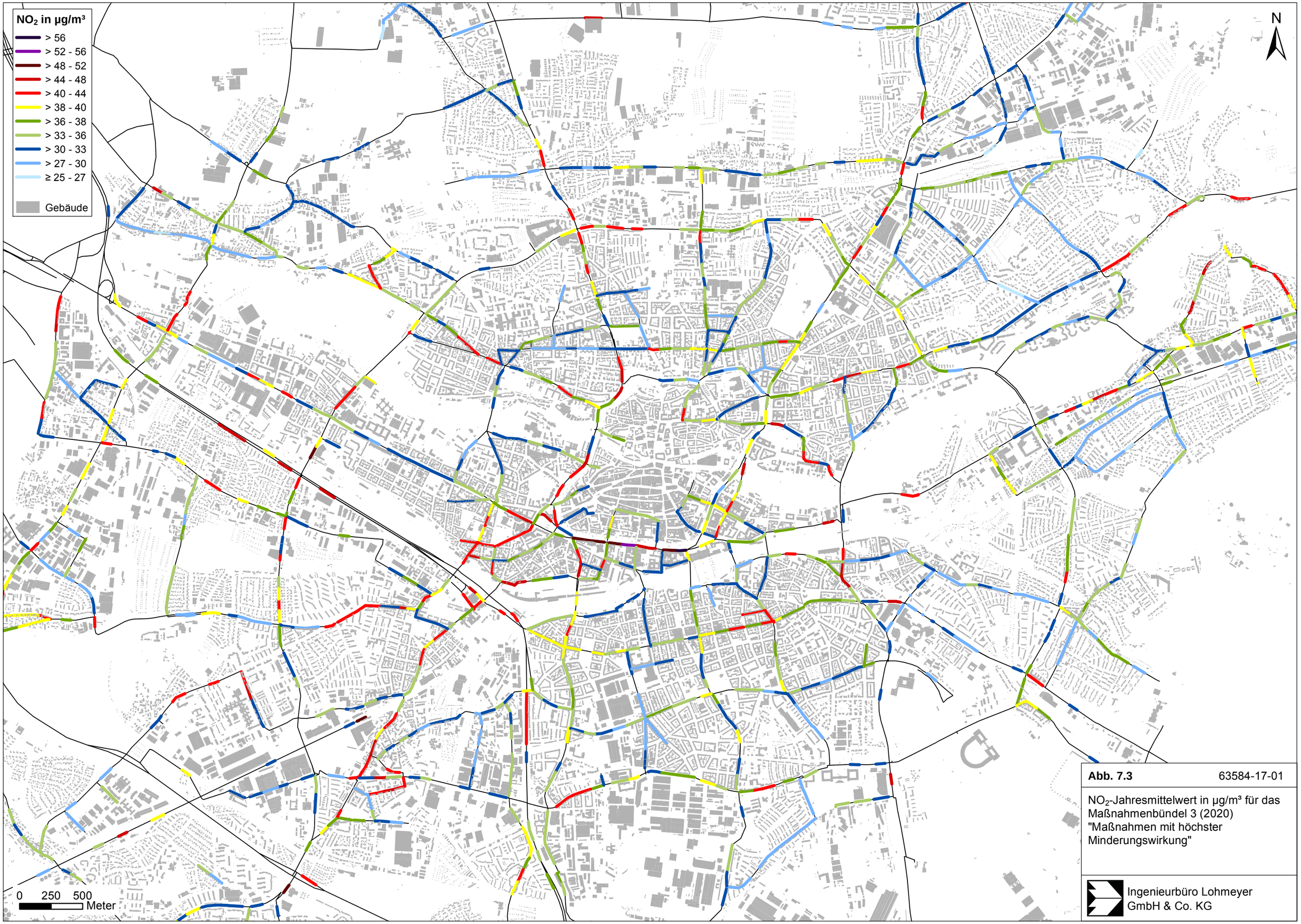


Abb. 7.3 63584-17-01

NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³ für das Maßnahmenbündel 3 (2020) "Maßnahmen mit höchster Minderungswirkung"

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Aus der Säulendarstellung für die Messstandorte und weitere ausgewählte Straßenabschnitte der **Abb. 7.4** ist ablesbar, dass an dem Straßenabschnitt der Von-der-Tann-Straße, an dem die Luftmessstation der LfU-Bayern gelegen ist und für das Jahr 2020 keine Überschreitung des in der 39. BImSchV genannten NO_2-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ prognostiziert wird, die Maßnahmenbündel 1, 2 und 3 zu weiteren Minderungen führen. An den anderen dargestellten Abschnitten von Hauptverkehrsstraßen bewirken die drei genannten Maßnahmenbündel weitere NO_2-Minderungen gegenüber dem Prognosenullfall 2020.

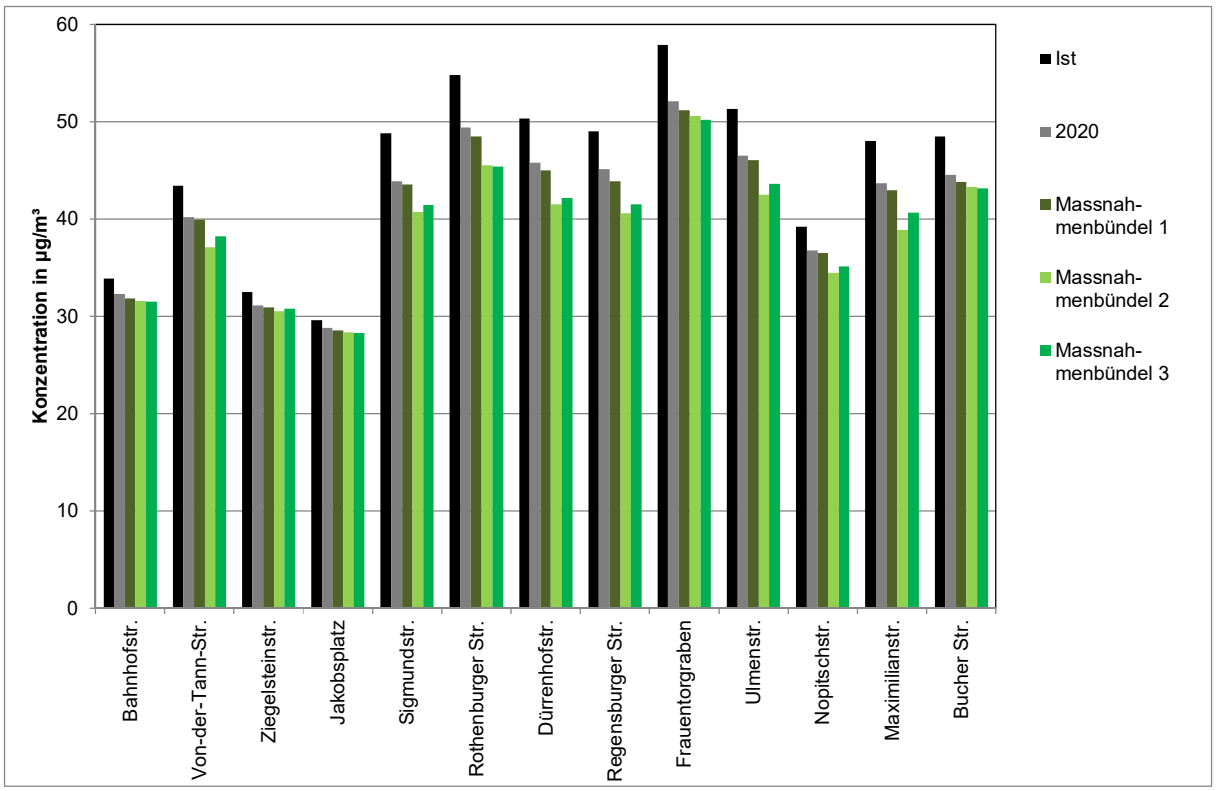


Abb. 7.4: Berechnete NO_2-Jahresmittelwerte für 2017 und 2020 und die genannten Maßnahmenbündel für ausgewählte Straßenabschnitte in Nürnberg und für die Messstandorte.

8 LITERATUR

22. BImSchV (2002): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte). In: BGBl. I, Nr. 66 vom 17.09.2002, S. 3626.

23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: 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.

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.

ARGUS (2017): Verkehrsmodell LRP Hamburg, Gesamtdokumentation der Verkehrsmodellberechnungen. Im Auftrag der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, Amt für Verkehr und Straßenwesen, Verkehrs- und Infrastrukturentwicklung, Hamburg. Mai 2017.

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

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, Band 20, Heft 1 (2011),67-73.
http://schweizerbart.de/papers/metz/detail/20/75684

EG-Richtlinie 96/62/EG (1996): Richtlinie des Rates der Europäischen Union vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 27.11.1996, Nr. L 296/55.

EG-Richtlinie 99/30/EG (1999): Richtlinie des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 29.06.1996, Nr. L 163/41.

EG-Richtlinie 2000/69/EG (2000): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 13.12.2000, Nr. L 313/12 ff.

EG-Richtlinie 2002/3/EG (2002): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 09.03.2002, Nr. L 67/14.

EG-Richtlinie 2004/107/EG (2005): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15.12.2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 26.01.2005, Nr. L23/3.

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.

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.

Fraunhofer (2013): Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge, Kurzfassung. Studie im Auftrag der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und der Arbeitsgruppe 7 der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE). Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe. September 2013.

Green City Solutions GmbH (2017): im Internet unter www.greencitysolutions.de

IFEU (2003): Erarbeitung von Basisemissionsdaten des dieselbetriebenen Schienenverkehrs unter Einbeziehung möglicher Schadstoffminderungstechnologien – Weiterführung und Auswertung des UBA-FuE-Vorhabens 299 43 111. Endbericht im Auftrag der Deutschen Bahn AG. Heidelberg, Dezember 2013.

Kache, Martin (2014): Hybridprojekte – Ein globaler Überblick. Eisenbahntechnische Rundschau (10), Oktober 2014.

Kühlwein, J. (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, Düsseldorf.

LfU (2007 - 2017): Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Stationen des Luftmessnetzes Bayern.

LfU (2018): Vorläufige Jahreskurzauswertung 2017 für Stickstoffdioxid und Feinstaub. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Stand Januar 2018.

Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten, Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt, kommunale ökologische Briefe Nr. 01/05.01.2000, Raabe-Verlag, Berlin.

LUA NRW (2006): 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.

Planco (2007): Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße, Planco, Bfg, Studie im Auftrage der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, 2007.

RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, veröffentlicht 2013.

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 – 2018): Daten zur Nürnberger Umwelt. Bericht für das vierte Quartal 2017 mit Rückblick auf das Jahr 2017. Stadt Nürnberg. Referat für Umwelt und Gesundheit, Stadtentwässerung und Umweltanalytik, Nürnberg. März 2018

TREMOD (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung ”Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030”. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.

UBA (1995) (Hassel, D., Jost, P., Weber, F.J., Dursbeck, F.): Abgas-Emissionsfaktoren von Nutzfahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland für das Bezugsjahr 1990. Abschlussbericht. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - Luftreinhaltung. UBA-FB 95-049. UBA-Berichte 5/1995.

UBA (2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.3 / Mai 2017. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.

UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG ,,Umwelt und Verkehr”. Oktober 2004.

VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.

A N H A N G A1

BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 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. A1.1** 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/m^3 maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO_2	Jahresmittelwert	40 µg/m^3	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m^3 maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m^3	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m³	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m^3	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m^3	seit 2005

Tab. A1.1: 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.

A1.2 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.

A1.3 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/m^3 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 A2

BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2 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.

A2.1 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).

A2.2 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. A2.1** 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 [µg/m³]
	c^*	=	dimensionslose Abgaskonzentration [-]
	Q	=	emittierter Schadstoffmassenstrom [µg/m s]
	B	=	Straßenschluchtbreite [m] beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung
	u'	=	Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der fahrzeug-induzierten Turbulenz [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 [%]
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. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

A2.3 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 ent-

sprechender 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.

A N H A N G A3

IMMISSIONSSEITIGE ZUSATZBETRACHTUNG

A3 IMMISSIONSSEITIGE ZUSATZBETRACHTUNG

Entsprechend dezidierter Vorgabe durch den Auftraggeber war eine Emissionsberechnung unter Berücksichtigung einer möglichen „Blaue Plakette“-Regelung durchzuführen. Die mehrere Jahre zurückliegenden Anregungen für eine „Blaue Plakette“-Regelung, die in Deutschland nicht bundesweit umgesetzt wird, sah eine Vergabe der Plakette für Kfz mit Benzinmotor ab Euro 3 und für Kfz mit Dieselmotor ab Euro 6 bzw. Euro VI vor. Für die praktische Anwendung sind Ausnahmeregelungen zu berücksichtigen, die hier pauschal mit 20% angesetzt wurden.

Die Emissions- und Immissionsberechnungen wurden für das Bezugsjahr 2020 für das Hauptverkehrsstraßennetz von Nürnberg durchgeführt und sind als Ergebnis für die ausgewählten Straßenabschnitte in **Abb. A3.1** mit den berechneten NO_2-Jahresmittelwerten für den Bestand 2017 und die Prognose 2020 aufgezeigt. Die Wirkung entspricht einer zusätzlichen vorzeitigen Erneuerung der Kfz-Flottenzusammensetzung und ist vergleichbar mit der relativen Wirkung des Vergleichs der Bezugsjahre 2017 und 2020.

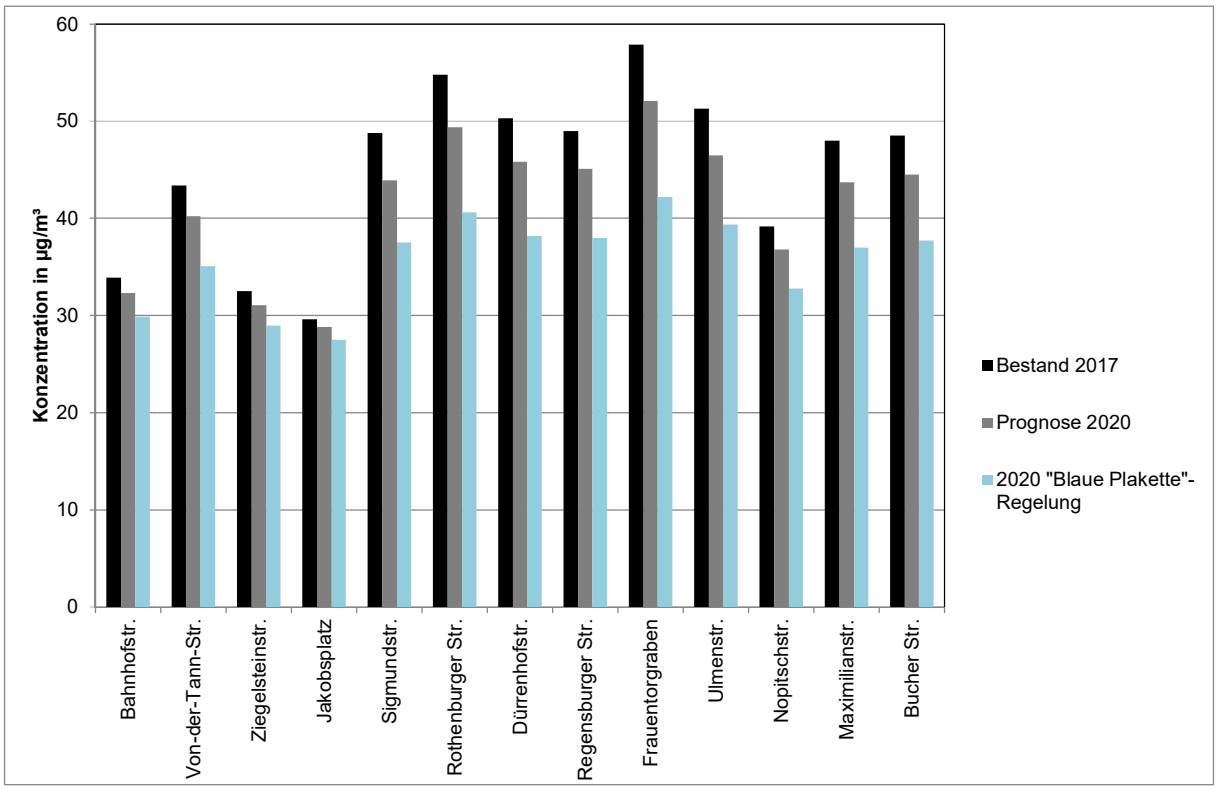


Abb. A3.1: Berechnete NO_2-Jahresmittelwerte für 2017 und 2020 und eine „Blaue Plakette“-Regelung für ausgewählte Straßenabschnitte und Messstandorte in Nürnberg

A N H A N G A4

MASSNAHMENÜBERSICHT ZU DEN MASSNAHMEN

VON DEN NACHBARSTÄDTEN UND -LANDKREISEN

	Maßnahme	Projektinitiatoren
Themenbereich Digitalisierung des Verkehrssystems / Vernetzung im ÖPNV	Erhebung P+R-Mobilitätsdaten für das zentrale VGN-Auskunfts-Hintergrundsystem	- VGN Bis Ende 2020 sollen im 20 km Einzugsbereich um den Ballungskern Nürnberg P+R-Anlagen in mehreren Erhebungsperioden als Tagesganglinien erfasst werden. Diese statistisch repräsentativen Daten sind neben den künftig realisierten dynamischen Daten die Basis des Zentralen P+R-Hintergrundsystems. Das Hintergrundsystem wird im Rahmen des vom Freistaat Bayern geförderten Pilotprojektes P+R 4.0 gefördert und von VGN und MVV sowie den kommunalen Projektpartnern realisiert. Die Umsetzung des Erhebungskonzeptes für 56 P+R-Anlagen beträgt rd. 400.000 € (inkl. externer Personalkosten für digitale Aufbereitung der Erhebungsdaten).
	Neu- und Ausbau von P+R/B+R-Anlagen im Ballungsraum Nürnberg	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Detektion von P+R/B+R-Anlagen im Zuge von Neu- und Ausbaumaßnahmen im Ballungsraum Nürnberg	- Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg auf der Grundlage des VGN –P+R-/B+R-Konzeptes, Anzahl ca. 350 Stellplätze - Veitsbronn-Siegelsdorf (Landkreis FÜ) ca. 120 P+R-Plätze, - Bubenreuth (Landkreis ERH) ca. 40 P+R-Plätze, - Schwabach Erweiterungsbedarf durch Wegfall P+R Eilgutstr., - Rednitzhembach (Landkreis Roth) max. 50 P+R-Plätze (Parkdeck)
	Schnittstellen IT-Hintergrundsystem „P&R 4.0“	- VGN - Erweiterung IT-Hintergrundsystem für P+R-Mobilitätsdaten In der ersten Stufe der Erweiterung sollen künftig detektierte VAG- und städtische Parkhäuser in das IT-Hintergrundsystem einbezogen werden. In der zweiten Stufe sollen die technischen Voraussetzungen geschaffen werden, um dynamische Daten der künftig detektierten P+R-Anlagen im 20 km Einzugsbereich Nürnbergs in das VGN-Auskunftssystem einbeziehen zu können. **Hintergrund:** Derzeit führt der Verkehrsverbund Großraum Nürnberg (VGN) ein Pilotprojekt mit vier Modellkommunen durch mit dem Ziel, die Möglichkeiten der Digitalisierung zur besseren Verknüpfung verschiedener Verkehrsträger auszuloten. Gemeinsam mit dem Kooperationspartner Münchner Verkehrsverbund (MVV) sollen Autofahrern bei Störfällen im Straßennetz oder aus Umweltschutzgründen per Navigationssystem oder App alternative Fahrtmöglichkeiten mit dem ÖPNV vorgeschlagen werden. Hierfür müssen P+R-Anlagen mit Detektion zur Erfassung der aktuellen Belegung ausgestattet werden. In Echtzeit sollen die Belegungsdaten mit Fahrplaninformationen verknüpft und für die Verkehrslenkung bereitgestellt werden. Das Projekt soll auf weitere P+R-Anlagen in der Ballungsrandzone Nürnbergs im Verbundgebiet erweitert werden.
	DFI-Anzeiger	- Stadt Erlangen - Ausbau an allen verkehrswichtigen Haltestellen - Landkreis Fürth bzw. kreisangehörige Städte und Gemeinden - Ausbau von 26 DFI-Anzeigern an Umsteigehaltestellen - Ausbau von 40 DFI-Anzeigern an zentralen Haltestellen der kreisangehörigen Städte und Gemeinden - Förderung in Höhe von 25% der Installationskosten durch den Landkreis - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Ausweitung und Ausbau eines Rechnergestützten Betriebsleit-systems (RBL) für den ÖPNV	- Stadt Erlangen - Aufbau eines eigenständigen RBL gemäß der Anforderungen des NVP 2016–2021 bzw. der Direktvergabe an die ESTW - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg - Verkehrsunternehmen im Ballungsraum Nürnberg

	Maßnahme	Projektinitiatoren

Themenbereich Digitalisierung des Verkehrssystems / Vernetzung im ÖPNV	Ausbau der Lichtsignalanalgen-Beschleunigung	- Stadt Erlangen
		  - Erweiterung der bestehenden Infrastruktur für die Beschleunigung des regionalen Buslinienverkehrs
		- Stadt Fürth
		  - Pilotprojekt mit Testfeld für den Einsatz von V2X Fahrzeugen und modernes System ggf. mit zusätzlichen Möglichkeiten der Ortung und Kommunikation. Das Testfeld befindet sich an einer der westlichen Hauptzufahrtsstraßen und umfasst drei komplexe Knotenpunkte Am Europakanal, Südwesttangente und Mohnweg. Als Umsetzungszeitraum ist das 3. Quartal 2018 vorgesehen. Der Kostenrahmen für das Pilotprojekt beträgt rd. 30.000 €. Die Gesamtkosten für die LSA-Technik einschließlich der Steuergeräte und der zusätzlichen Beeinflussungsanlagen belaufen sich auf etwa 6.000 T€ ohne Tiefbau.
		- Stadt Schwabach
		- Landkreis Fürth bzw. kreisangehörige Städte und Gemeinden
		  - Ausbau der Lichtsignalanlagen-Beschleunigung für Busse der Linie 113 sowie der Linien 150/151/154. Hinzu kommt die entsprechende Ausrüstung an rund 15 Fahrzeugen.
		- weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg

	Errichtung von LED-Beleuchtung für geförderte Fahrradwege	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Automatische Dauerzählstellen zur Langfristigen und kontinuierlichen Datenerfassung	- Stadt Erlangen - Stadt Fürth - Mittels „strategischer Detektoren“ können wichtige Grundlagendaten für die Verkehrsplanung durch die Erstellung und Auswertung von Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresganglinien sowie die Entwicklung im Verlauf mehrerer Jahre gewonnen werden. Nach Vorliegend es Beschlusses (erwartet für 2. Quartal 2018) ist die Beauftragung weitergehender Planungsschritte vorgesehen. Die Gesamtkosten für die Anschaffung der Detektoren beträgt für den ersten Ausbaugrad (Verkehrszähldaten) ca. 1.000 T€ ohne Tiefbaumaßnahmen. - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Steuerung des Radverkehrs durch die Anwendung und Verbreitung von Fahrrad-Navigations-Apps	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg - ggf. Verbände (AGFK, VGN)

	Aufbau eines dynamischen Parkleitsystems	- Stadt Erlangen
		  - Modernisierung und Ausbau dynamischer Parkleitsysteme entsprechend der Ergebnisse aus dem Verkehrsentwicklungsplan 2030
		- Stadt Fürth
		  - Die Stadt Fürth plant derzeit die Umsetzung eines dynamischen Parkleitsystems. Eine Machbarkeitsstudie ist derzeit in Bearbeitung. Als Umsetzungs zeitraum ist 2019 und als Kostenrahmen rd. 400.000 € angesetzt.
		- weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg

	Parkraummanagement	- Stadt Fürth - Die Stadt Fürth plant die Einführung eines Parkraummanagements für öffentliche Parkstände und die Freihaltung von Radfahrstreifen sowie Feuerwehr bewegungszonen. Mit Hilfe von Sensoren, die an Gebäudefassaden oder vorhanden Beleuchtungsmasten installiert werden, wird der zu überwachende Bereich erfasst und Änderungen in der Belegung unmittelbar erkannt. Somit ist es möglich, auch die frei parkstände oder mobile Endgeräte und ein entsprechendes Programm (Smartphone mit App) dem Nutzer anzuzeigen und auf freie Parkstände hinzuweisen. Gleichzeitig wird es ermöglicht, widerrechtlich abgestellte Fahrzeuge beispielsweise auf Gehwegen, Radverkehrsanlagen oder in Feuerwehranfahrts- und Bewegungszonen schnell zu erfassen und der kommunalen Verkehrsüberwachung auf dem mitgeführten Mobilgerät anzuzeigen, um Verstöße möglichst schnell, effektiv und effizient ahnden zu können. Als Umsetzungszeitraum ist das 3. Quartal 2018 vorgesehen. Der vorläufige Kostenrahmen beträgt rd. 50.000 €. - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Integration des Verkehrsangebots in eine Mobilitätsplattform	- Stadt Erlangen - Verkehrsunternehmen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Mobilitätsstationen	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg

	Maßnahme	Projektinitiatoren
Themenbereich Öffentlicher Personennahverkehr	Nachrüstung von Dieselbussen mit Abgasnachbehandlung	- Stadt Erlangen - Verkehrsunternehmen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Expressbusangebot	- Landkreis Fürth bzw. kreisangehörige Städte und Gemeinden - prüft derzeit die Umsetzung eines Expressbusangebots im Rahmen der Linie 113 für einzelne Fahrten. - Verkehrsunternehmen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Tarifanpassungen	- Landkreis Fürth bzw. kreisangehörige Städte und Gemeinden - Neuordnung der Tarifzonen. Insgesamt sollen die bisher zwanzig Tarifzonen auf fünf reduziert werden. Fokus der Neuordnung lag auf der Zusammenlegung von Haupt- und Teilorten einer Gemeinde zu einer Zone. Eine Umsetzung ist zum 01.01.2019 geplant. - VGN - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg

	Maßnahme	Projektinitiatoren
Themenbereich Radverkehr	Anschaffung von Schwerlastenfahrräder	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Ausbau von Ladestationen für Pedelecs	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Verbesserung und Ausbau der Infrastruktur für den Radverkehr (z.B. Ausbau von Radwegen, Radabstellanlagen, etc., Einrichtung eines Wegweisungssystems, etc.)	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Neubau von Radschnellverbindungen	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg

	Maßnahme	Projektinitiatoren
Themenbereich Elektrifizierung des Verkehrs	E-Ladeeinrichtungen im Bereich von P+R-Anlagen	- VGN - Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Anschaffung von Elektrobussen sowie die Einrichtung von Ladeinfrastruktur für Elektrobusse und Elektrofahrzeuge	- Stadt Erlangen - Verkehrsunternehmen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Anschaffung von Plug-In-Hybridbussen	- Stadt Erlangen - Verkehrsunternehmen
	Errichtung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge im öffentlichen Raum	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Förderung von E-Taxen	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Förderung der Elektrifizierung der kommunalen Flotte	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg

	Maßnahme	Projektinitiatoren
Sonstige Maß-nahmen	Einführung eines Neubürgermarketings	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg
	Förderung des betrieblichen Mobilitäts-managements bei Betrieben, Unternehmen und Verwaltung	- Stadt Erlangen - weitere Gebietskörperschaften im Ballungsraum Nürnberg - Unternehmen im Ballungsraum Nürnberg

A N H A N G A5

MASSNAHMENÜBERSICHT ZU DEN MASSNAHMEN

VON DER STADT NÜRNBERG

Themenbereich Digitalisierung des Verkehrssystems / Vernetzung im ÖPNV

Nr.	Maßnahme (Projektinitiator)	Kurzbeschreibung	Kosten	Umsetzungs-zeitpunkt	Umsetzungs-dauer	Dauer Wikungsentfal-tung	Minderungs-wirkung der NO_2-Immissionen	Räumlicher Um-griff der Minde-rungswirkung	Zuordnung zu möglichem Förder-programm – Sofort-programm Saubere Luft
	Kurzfristige Maßnahmen (2018–2020)								
D1.1	Mobilitätsstationen **(Stadt Nürnberg)**	Im Oktober 2016 hat die Stadt Nürnberg mit acht Mobilpunkten die erste Stufe des Konzeptes zum Aufbau von Mobilitätsstationen umgesetzt. An den Mobilpunkten soll eine Verknüpfung verschiedener Mobilitätsangebote und Verkehrsarten erfolgen, die jeweils das Kriterium der stadtverträglichen und umweltgerechten Mobilität erfüllen. Konkret bedeutet dies, dass eine Mobilitätsstation aus Stellplätzen für Carsharing-Fahrzeuge, Radständern und einer Fahrradverleihstation bestehen sollte. Um die Verknüpfung mit dem öffentlichen Nahverkehr zu erreichen, befinden sich die Stationen an einer Straßenbahn- oder U-Bahnhaltestelle. Auch die räumliche Nähe von Taxistandplätzen und die Integration von Taxis kann eine sinnvolle Ergänzung einer Mobilitätsstation sein. Ziel ist es, mit dem Angebot die multimodale Verkehrsmittelnutzung zu unterstützen und auf die Möglichkeit, Carsharing-Fahrzeuge zu nutzen, aufmerksam zu machen. Die Erfahrungen zeigen, dass ein Carsharing-Fahrzeug bis zu 15 private Fahrzeuge ersetzt und die Kunden von Carsharing nutzen überwiegend öffentliche Nahverkehrsmittel und das Fahrrad. Die Erfahrungen nach einem Jahr zeigen, dass das Carsharing-Angebot an den Mobilpunkten sehr gut angenommen wird. Um das Netz an Mobilitätsstationen zu verdichten und das Angebot auf andere Stadtteile auszuweiten, sollen weitere 50 Mobilpunkte im gesamten Stadtgebiet aufgebaut werden. Kosten entstehen für Sicherungsbügel an den Stellplätzen, für die Stele und den Aufbau. Pro Mobilitätsstation ist mit Kosten von rund 10.000 € zu rechnen. Die Mobilitätsstationen sollen in zwei weiteren Ausbaustufen ausgebaut werden. Die 2. Ausbaustufe umfasst 20 Mobilitätsstationen	rd. 200.000 €	2018	2018	sofort		quartierbezogen	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems NKI – Kommunal-richtlinie
	Verkehrssteuerung – Bevorrechtigung für Straßenbahnen und Busse **(Stadt Nürnberg)**	Die Stadt Nürnberg sorgt durch die Steuerung an Lichtsignalanlagen (LSA) für eine effiziente Verkehrsabwicklung. Unter anderem wird die Bevorrechtigung von Straßenbahnen und Bussen steuerungstechnisch realisiert. Mit der Verkehrssteuerung soll erreicht werden, dass Takte eingehalten werden können und die Anschlusssicherheit für umsteigende Fahrgäste verbessert wird. Beide Faktoren sind wesentlich für die Attraktivität des ÖPNV, weil sie für Zuverlässigkeit stehen und damit zum Umstieg vom MIV auf den Umweltverbund beitragen können. Um die vom Nürnberger Stadtrat beschlossenen Konzepte für ÖPNV-Beschleunigung umsetzen zu können, sind zusätzliches Personal und finanzielle Mittel für Steuergeräte und Anpassungsmaßnahmen an Knotenpunkten erforderlich. Neben der Einrichtung von Steuerungen für neue Streckenabschnitte gilt es, auch technisch überholte Lichtsignalanlagen mit ÖPNV-Steuerung zu erneuern, um die technischen Fortschritte im Bereich der Verkehrslenkung nutzbar machen zu können.						quartierbezogen	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
D2.1		Projekt „Beschleunigung Linie 4 Nord“ – 3. Bauabschnitt (4 LSA)	rd. 1,3 Mio. €	2018	2018–2020	sofort			
D2.2		Projekt „Ringbuskonzept Nürnberg“	rd. 44,4 Mio. €	2019	2019–2024	sofort			
D2.3		Projekt „Bayernstraße“ (6 LSA)	rd. 700.000 €	2019	2019–2020	sofort			
D2.4		Projekt „Erneuerung technisch veralteter Lichtsignalanlagen mit ÖPNV-Bevorrechtigung“		2019	2019–2020	sofort			
D3	Erweiterung des Verkehrsleitssystems Messe/Stadion/Arena **(Stadt Nürnberg)**	Das Verkehrsleitsystem Messe/Stadion/ARENA leitet den An- und Abfahrtsverkehr von den Autobahnen kommend bzw. zu den Autobahnen auf mehreren Routen zu den im Südosten Nürnbergs konzentrierten Veranstaltungsarealen. Die Erweiterung trägt zu einer besseren Verteilung auf die verschiedenen Routen bei und entlastet nachhaltig städtische Straßen im südöstlichen Stadtgebiet.	rd. 1,8 Mio. €	2018	2018–2021	sofort		quartierbezogen	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
D4	Dynamische Fahrgastinformationssys-teme / Ausbau der DFIS-Anzeiger **(VAG)**	Die Ausstattung von Haltestellen des ÖPNV mit dynamischen Fahrgastinformationsanzeigern ist eine bewährte Maßnahme, den ÖPNV attraktiver zu machen und damit Fahrgäste zu gewinnen. Den Fahrgästen können so einfach und schnell aktuelle Informationen zur Fahrplan- und Betriebslage gegeben werden. Insbesondere bei Abweichungen vom Planbetrieb können Fahrgäste besser informiert und auf Alternativen gelenkt werden, um ihr Ziel noch zu erreichen.							FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
		Zunächst sollen insgesamt an Haltestellen der Straßenbahn 21 Richtungsbahnsteige mit hohem Fahrgastaufkommen oder zentraler Lage im Netz mit DFIS-Anzeigern ausgestattet werden. Hierfür würden Kosten in Höhe von rund 850.000 € entstehen. Eine Umsetzung wäre kurzfristig bis Ende 2019 möglich.	rd. 850.000 €	2018	2018–2019	sofort		stadtweit	
		In einem weiteren Schritt wäre die Aussattung weiterer rund 35 Richtungsbahnsteige (Straßenbahn / Bus) mit hohem Fahrgastaufkommen oder zentraler Lage im Netz mit DFIS-Anzeigern denkbar.	rd. 1,4 Mio. €	2019	2019–2020	sofort		stadtweit	
D5	100%-Ausbau WLAN **(VAG)**	Zur weiteren Attraktivitätssteigerung des ÖPNV rüstet die VAG kurzfristig alle Busse sowie ca. zehn große Haltestellen mit Fahrgast-WLAN aus. Eine Ausweitung auf weitere Haltestellen ist geplant und könnte durch eine Förderung beschleunigt werden.	rd. 2,5 Mio. €	2017	2017–2025	sofort		stadtweit	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
D6	NürnbergMOBIL Plattform / App / eTarif **(VAG)**	Im Rahmen des Projekts soll eine Mobilitätsplattform für Nürnberg mit Umsetzung eines innovativen eTarifs für die Tarifzone A im VGN unter Nutzung einer neuen Smartphone-App aufgebaut werden. In der Kombination von verkehrsmittelübergreifenden Auskünften, tlw. unter Berücksichtigung von Ist-Daten, mit einfachen und übersichtlichen elektronischen Tarifmodellen werden wesentliche Nutzungshürden adressiert und Zugangsbarrieren des ÖPNV beseitigt. Damit wird ein Baustein zur Mehrnutzung des ÖPNV in Nürnberg geleistet.	rd. 4 Mio. €	2018	2018–2022, danach kontinu-ierliche Weiter-entwicklung	sofort		stadtweit	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
D7	Pilotprojekt „Verkehrsverbundübergrei-fende Mobilitätsplattform“ der Vernet-zungsinitiative des VDV **(VAG)**	Die Verkehrs-Aktiengesellschaft (VAG) beteiligt sich an der Vernetzungsinitiative des VDV zum Aufbau und der Bereitstellung einer alle Verkehrsverbünde übergreifenden Mobilitätsplattform. Ziel ist eine branchenweit vernetzte Plattform für multimodale Information, Buchung, Ticketing und Abrechnung. Hierzu wird derzeit geprüft, ob 2018 ein Pilot in Bayern starten könnte, der v.a. München und Nürnberg umfasst. Projektbeteiligte sind MVG, MVV, VGN, VAG, DB Regio (sowie weitere bayerische Verkehrsunternehmen und Verbünde als Teilnehmer oder Beobachter).	noch nicht bezifferbar	2018	Start 2018, danach kontinu-ierliche Wei-terentwicklung	sofort		stadtweit	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
D8	Erweiterung der aufgabenträgerüber-greifenden Fahrgastinformation / Erwei-terung des zentralen Fahrgastinformati-onssystems ZDD **(Stadt Nürnberg / VAG)**	Um grenzüberschreitende (ÖV-)Verkehre an Fahrgastinformationsmedien (Haltestellenanzeiger, Fahrgastmonitore in Fahrzeugen, usw.) im Stadtgebiet Nürnberg anzeigen zu können, ist eine Erweiterung des zentralen Fahrgastinformationssystems ZDD (Zentrale Datendrehscheibe) erforderlich.	rd. 100.000 €	2018	2018–2019	sofort		stadtweit	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
D9	Beschleunigte Umsetzung E-Ticketing **(VGN)**	Im Frühjahr 2018 beginnt im VGN die Einführung einer Abochipkarte. Eine Ausweitung auf den Bartarif und ggf. Bestpreislösungen sind konzeptionell vorgesehen, aber noch nicht inhaltlich geplant und finanziert. Sie könnten den ÖPNV für Gelegenheitsfahrgäste attraktiver machen.	rd. 5 Mio. €	2019	2019–2022	sofort		stadtweit	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
D10	Digitalisierung und Elektrifizierung von Parkräumen **(N-ERGIE)**	Das Projekt „Digitalisierung und Elektrifizierung von Parkraum“ verfolgt das Ziel, durch dynamische Preisgestaltung in Parkräumen den Fahrer zu motivieren, sein Fahrzeug abzustellen und das bereitstehende emissionsarme Alternativangebot, wie ÖPNV, Sharing, etc. zu nutzen. Durch Kopplung mit den Daten über Immisionen in der Stadt Nürnberg kann bei Grenzwertüberschreitung eine zielgerichtete Steuerung des Verkehrs über das Preissignal stattfinden. Hierzu werden verschiedene Parkräume in Nürnberg und Fürth mit Parkdetektoren und ein Teil der Parkplätze auch mit Ladestationen ausgestattet.	rd. 7,1 Mio. €	2019	2019–2020	sofort			FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
	Mittelfristige Maßnahmen (2020–2025)								
D1.2	Mobilitätsstationen **(Stadt Nürnberg)**	Die 3. Ausbaustufe der Mobilitätsstationen umfasst weitere 30 Mobilitätsstationen.	rd. 300.000 €	2020	2020–2022	2020–2022		stadtweit	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
D2.5	Verkehrssteuerung – Bevorrechtigung für Straßenbahnen und Busse **(Stadt Nürnberg)**	Projekt „Einrichtungshaus Regensburger Straße“ (7 LSA)	rd. 1,5 Mio. €	2020	2020–2022	sofort			FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
D2.6		Projekt „Erneuerung technisch veralteter Lichtsignalanlagen mit ÖPNV-Bevorrechtigung“		2020	2020–2025	sofort			
D11	Digitalisierung U-Bahnlinie U1 **(Stadt Nürnberg / VAG)**	Ziel des Projektes ist Umstellung der U-Bahnlinie U1 in Nürnberg von Betrieb mit Fahrer auf vollautomatischen Betrieb analog den U-Bahnlinien U2 und U3. Damit einhergehend ist eine Taktverdichtung von heute 200 s Takt auf bis zu 100 s Takt möglich. Dies stellt für die Fahrgäste eine Attraktivitätssteigerung durch geringere Wartezeiten und einer höheren Pünktlichkeit dar und führt analog zur U2 und U3 zu einem Zugewinn an Fahrgästen.	rd. 107 Mio. €	2019	2019–2025	sofort		stadtweit	FRL Digitalisierung des Verkehrssystems
	Langfristige Maßnahmen (ab 2025)								
D2.7	Verkehrssteuerung – Bevorrechtigung für Straßenbahnen und Busse **(Stadt Nürnberg)**	Projekt „Erneuerung technisch veralteter Lichtsignalanlagen mit ÖPNV-Bevorrechtigung“		2025	2025–2030	sofort			FRL Digitalisierung des Verkehrssystems

Themenbereich Öffentlicher Personennahverkehr

Nr.	Maßnahme (Projektinitiator)	Kurzbeschreibung	Kosten	Umsetzungszeitpunkt	Umsetzungsdauer	Dauer Wikungsentfaltung	Minderungswirkung der NO_2-Immissionen	Räumlicher Umgriff der Minderungswirkung	Zuordnung zu möglichem Förderprogramm – Sofortprogramm Saubere Luft
	Kurzfristige Maßnahmen (2018–2020)								
ÖPNV1	Anschaffung Straßenbahnzüge **(VAG)**	Ein weiterer Faktor, der die Takteinhaltung und Anschlusssicherheit im ÖPNV beeinflusst ist der Fuhrpark, konkret die Anzahl der zur Verfügung stehenden Fahrzeuge. Vor allem zu den Hauptverkehrszeiten mit dichtem Stadtverkehr wären zusätzliche Straßenbahnfahrzeuge notwendig zum Ausgleich von Unterdeckungen im bestehenden Netz und für nachfrageabhängige teilstreckenbezogene Angebotsverstärkungen sowie für die Verlängerung der Linie 8. In den nächsten Jahren sollen 12 neue Fahrzeuge abgenommen und im Fahrgastbetrieb eingesetzt werden (Kosten pro Fahrzeug rund 3,2 Mio. €).	rd. 39 Mio. €	2018	2018–2022	2019–2022		stadtweit	
ÖPNV2.1	Anschaffung zusätzlicher U-Bahnwagen **(VAG)**	Beschaffung weiterer 7 konventioneller Fahrzeuge G1 zu Taktverdichtungen auf der U1 für zukünftige Fahrgastnachfragesteigerungen.	rd. 50 Mio. €	2018	2018–2020	2019–2020		stadtweit	
	Umstellung der Busflotte auf emissionsarme Antriebe **(VAG)**	Derzeit hat die Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg einen Bestand von 80 Erdgasbussen, zwei dieselelektrischen Hybridbussen und 93 dieselbetriebenen Bussen. Ab Ende 2018 verfügen alle 93 Dieselbusse über einen Euro 6 bzw. EEV-Standard. 42 Euro 5/EEV-Dieselbusse und 2 Dieselhybridbusse könnten auf Euro 6-Norm nachgerüstet werden. Diese Busse verfügen zwar ausnahmslos bereits über moderne Abgasnachbehandlungssysteme mit CRT- bzw. SCRT-Technik, dennoch besteht durch die Nachrüstung ein Reduzierungspotential für NOx. Es wird angestrebt, die Anzahl an emissionsarmen oder emissionsfreien Bussen deutlich zu erhöhen.	insg. ca. 1,1 Mio. € (25.000 € / Fahrzeug)				Mittel 2 µg/m³ Bis 9 µg/m³	Stadtweit an Busstrecken Einzelne Straßenzüge	Förderung der Nachrüstung von Dieselbussen im ÖPNV
ÖPNV3.1		Kurzfristig ist die Umrüstung von 11 bis 13 älteren Dieselbussen auf Euro 6 geplant.	260.000 €	2018	2018–2019	sofort			
ÖPNV3.2		Ggf. zusätzlich Umrüstung weiterer 13 älterer Dieselbusse auf Euro 6.	260.000 €	2019	2019–2020	sofort			
ÖPNV4.1	Taktdichte von U-Bahn, Straßenbahnen und Bussen erhöhen **(Stadt Nürnberg, VAG)**	Einführung eines Mindesttaktes von 20 Minuten bei Bussen – gilt für Streckenabschnitte Da Einsatz außerhalb HVZ voraussichtlich keine zusätzlichen Busse erforderlich	Betriebsmehrkosten ca. 3,5 Mio. €/a	2019	2019–2020	sofort		stadtweit	
	Umsetzung der Maßnahmen aus NVEP 2025+ **(Stadt Nürnberg)**	Der Stadtrat hat 2012 den Nahverkehrsentwicklungsplan 2025+ beschlossen. Die darin zur vertieften Untersuchung vorgeschlagenen Maßnahmen müssen nach und nach angegangen werden. Für die weiteren vorgeschlagenen Maßnahmen könnten die vertieften Untersuchungen mit Nutzen/Kosten-Berechnungen vergeben werden.						stadtweit	
ÖPNV5.1		Vertiefende Untersuchung Altstadtquerung (ohne Tram über GSO-Campus)	rd. 150.000 €	2019	2019–2021				
ÖPNV6.1	Eigene Gleiskörper Straßenbahn **(Stadt Nürnberg)**	Umbau von straßenbündigem Bahnkörper in besonderen Bahnkörper mit dem Ziel der Verbesserung des Reisezeitverhältnisses MIV-ÖV, Anschlusssicherung, Verlässlichkeit. Zu untersuchende Streckenabschnitte sind zwischen den Haltestellen Plärrer und Hallertor (ca. 450 m), Brehmstraße und Landgrabenstraße (ca. 350 m), Wodanstraße und Tristanstraße (ca. 350 m), Business Tower und Lechnerstraße (ca. 500 m) sowie Deichslerstraße und Ostbahnhof (ca. 1350 m). Insgesamt soll der Umbau einer Länge von rund 3 km zum eigenen Bahnkörper in Form eines Rasengleises geprüft werden. In einer ersten Umbaustufe könnte 1 km Bahnkörper umgebaut werden.	rd. 1 Mio. €	2018	2018–2021				
ÖPNV7	Imagekampagne pro ÖPNV / Umweltverbund **(Stadt Nürnberg)**		rd. 500.000 €	2019	2019–2020			stadtweit	
ÖPNV8	Revitalisierung U-Bahnstationen **(Stadt Nürnberg)**		1 Mio. € p.a.	kurz- bis langfristig				stadtweit	
ÖPNV9.1	Einrichtung von Busspuren **(Stadt Nürnberg)**	Busspuren (ggf. mit Mitbenutzung für Radverkehr) an folgenden Hauptverkehrsstraßen einrichten: B4R-Ring, Sigmundstraße, Rothenburger Straße (außerhalb Ring), Regensburger Straße, Dürrenhofstraße, Wöhrder Talübergang, Finkenbrunn, Ansbacher Straße. Im Gegenzug könnte man sich ggf. Kosten für ÖPNV-Beschleunigung sparen		kurz- bis mittelfristig			ca. 4 µg/m³	kleinräumig	
ÖPNV10	Reduzierung der ÖPNV-Tarife **(Stadt Nürnberg, VAG)**			kurzfristig				stadtweit	
	Mittelfristige Maßnahmen (bis 2025)								
ÖPNV2.2	Anschaffung zusätzlicher U-Bahnwagen **(VAG)**	Beschaffung weiterer automatischer Fahrzeuge zur Abdeckung des erwarteten Fahrgastzuwachses auf U2 und U3 (regulärer Zuwachs und Verlängerung U3)	rd. 9 Mio. Euro je Fahrzeug	2020	2020–2025			stadtweit	
ÖPNV11	Ertüchtigung Zugsicherung U-Bahn für Taktverdichtungen **(VAG)**	Ertüchtigung der Zugsicherung U1 für evtl. zukünftige Taktverdichtungen auf 120s (100s). Die Kosten belaufen sich auf ca. 30 Mio. € im konventionellen Betrieb und zusätzlich weiteren 100 Mio. € für einen automatischen Betrieb (Preisstand 2012).	rd. 30 Mio. € zzgl. 100 Mio. €	2019	2019–2024 (konvent. Betrieb) 2019–2026 (automat. Betrieb)			stadtweit	
ÖPNV4.2	Taktdichte von U-Bahn, Straßenbahnen und Bussen erhöhen **(Stadt Nürnberg, VAG)**	Taktverdichtung auf der U1 in HVZ und NVZ auf Taktraster 3 $^{1}/_{3}$ / 5 / 10. Mit Beschaffung der Option 2 des G1 kapazitätsmäßig umsetzbar, keine Einschränkung durch Zugsicherung	Betriebsmehrkosten rd. 2 Mio. €/a	2025	2025	sofort		stadtweit	
ÖPNV4.3		Taktverdichtung auf der U1 in HVZ 120 Sek. (2 Minuten) alle G1 würden für 2 Min Takt nicht ausreichen (=bestellt insgesamt. 34, aber schon 36 nötig für 2‘ auf Stammstrecke und 4‘ Außenäste [ohne Reserven!]) => in jedem Fall mind. weitere ca. 8 G1 nötig (mind. 55 Mio. € zusätzliche Investitionskosten nur für Fahrzeuge, ggf. weiter Mehrkosten in Werkstatt) => Ertüchtigung Zugsicherung nötig (s.o.)	Betriebsmehrkosten rd. 3 Mio. €/a Fahrzeugbeschaffungskosten rd. 55 Mio. €	2019	2019–2025	sofort		stadtweit	
ÖPNV4.4		Erhöhung des Taktes aller Straßenbahnlinien in der HVZ auf einen 5-Minuten-Takt ca. 25 Straßenbahnen zusätzlich nötig (ca. 90 Mio. € Invest) sowie zusätzliche Infrastruktur bei WS und im Schienennetz (mindestens Ausbau Haltestellen Hauptbahnhof) erforderlich; für einzelne Linien ggf. einfacher umzusetzen	Betriebsmehrkosten rd. 4,5 Mio. €/a Fahrzeugbeschaffungskosten rd. 90 Mio. €	2020	2020–2025	sofort		stadtweit	
ÖPNV4.5		Verdopplung des Taktes in der HVZ auf einen 5 Minuten-Takt auf den folgenden Buslinien: Ringubs 35/65, 20/30 (Am Wegfeld – Erlangen), 67, 51/651, 55, 56, 68 mind. 20 Busse zusätzlich sowie ggf. zusätzliche Infrastruktur bei WB erforderlich (entspricht mind. 17 Mio. € bei heutigen Kosten E-Bus)	Betriebsmehrkosten ca. 4 Mio. €/a Fahrzeugbeschaffungskosten rd. 17 Mio. €	2020	2020–2021	sofort		stadtweit	
ÖPNV12	Erweiterung ÖPNV-Dialogmarketing auf den Umweltverbund **(VAG)**		rd. 300.000 €	2020	2020, kontinuierliche Weiterführung	sofort		stadtweit	
ÖPNV9.2	Einrichtung von Busspuren **(Stadt Nürnberg)**	Busspuren (ggf. mit Mitbenutzung für Radverkehr) an folgenden Hauptverkehrsstraßen einrichten: B4R-Ring, Sigmundstraße, Rothenburger Straße (außerhalb Ring), Regensburger Straße, Dürrenhofstraße, Wöhrder Talübergang, Finkenbrunn, Ansbacher Straße. Im Gegenzug könnte man sich ggf. Kosten für ÖPNV-Beschleunigung sparen		kurz- bis mittelfristig			ca. 4 µg/m³	kleinräumig	
ÖPNV6.2	Eigene Gleiskörper Straßenbahn **(Stadt Nürnberg)**	In einer zweiten Umbaustufe könnten weitere 2 km Bahnkörper in ein Rasengleis umgebaut werden.	rd. 2 Mio. €	2020	2020–2025			kleinräumig	

Nr.	Maßnahme (Projektinitiator)	Kurzbeschreibung	Kosten	Umsetzungs-zeitpunkt	Umsetzungs-dauer	Dauer Wikungsentfal-tung	Minderungs-wirkung der NO_2-Immissionen	Räumlicher Umgriff der Minderungswir-kung	Zuordnung zu möglichem Förderprogramm – Sofortpro-gramm Saubere Luft
ÖPNV5.2	Umsetzung der Maßnahmen aus dem NVEP 2025+ **(Stadt Nürnberg)**	Vertiefende Untersuchung Tram nach Fischbach (über Minervastraße)	rd. 150.000 €	2020	2020–2022			stadtweit	
ÖPNV5.3		Realisierung Altstadtquerung	rd. 20 Mio. €	mittelfristig				stadtweit	
	Langfristige Maßnahmen (länger als 2025)								
ÖPNV5.4	Umsetzung der Maßnahmen aus dem NVEP 2025+ **(Stadt Nürnberg)**	Realisierung Tram nach Fischbach	rd. 80 Mio. €	langfristig				stadtweit	
ÖPNV13	Verbesserung der Disposition bei der Straßenbahn **(Stadt Nürnberg)**	Zur Aufrechterhaltung des Betriebs im Falle von Störungen auf der Straßenbahnstrecke gilt es Wendemöglichkeiten und Gleisverbindungen zu schaffen: • Schaffung einer Wendemöglichkeit im Bereich Friedrich-Ebert-Platz • Schaffung einer Wendemöglichkeit am Hiroshimaplatz • Schaffung einer Wendemöglichkeit im Bereich Ostendstraße • Schaffung einer Gleisverbindung zwischen den Haltestellen Hallerstraße und Tiergärtnertor		langfristig				stadtweit	

Themenbereich Radverkehr

Nr.	Maßnahme (Projektinitiator)	Kurzbeschreibung	Kosten	Umsetzungs-zeitpunkt	Umsetzungs-dauer	Dauer Wikungsentfal-tung	Minderungs-wirkung der NO_2-Immissionen	Räumlicher Umgriff der Minderungswir-kung	Zuordnung zu möglichem Förder-programm – So-fortprogramm Saubere Luft
	Kurzfristige Maßnahmen (2018–2020)								
R1	Aufbau eines Fahrradverleihsystems **(VAG)**	Das Fahrradverleihsystem wird von der Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg als Ergänzung zum ÖPNV-Angebot konzipiert. Das bestehende privat betriebene System weist erhebliche technische und konzeptionelle Mängel auf und wird deshalb immer weniger genutzt. Erfahrungen aus den Jahren 2013 und 2014 zeigen, dass ein erhebliches Nutzerpotential besteht, wenn eine tarifliche und organisatorische Verknüpfung mit dem ÖPNV besteht.	rd. 320.000 € Invest rd. 250.000 € jährliche Be-triebskosten	2018	2018	2019		stadtweit	NKI – Kommunal-richtlinie / Klima-schutz durch Rad-verkehr
R2	Ausbau von überdachten Bike+Ride-Anlagen und Fahrradabstellanlagen **(Stadt Nürnberg, VAG)**	Einrichtung von 50 weiteren überdachten Radabstellanlagen in der Innenstadt (Altstadt und dezentral an Einkaufsstandorten, Freizeiteinrichtungen u.ä.) und an Bike+Ride-Standorten. Für eine einfache Überdachungsanlage mit drei Seitenwänden und drei Feldern (für ca. 5 Bügel) ist mit rund 10.000 € zu rechnen. Pro Bügel können rund 200,- € angesetzt werden.	rd. 200 € pro Bügel rd. 10.000 € für Überdachung (für ca. 5 Bügel)	2019	2019–2020	sofort		quartierbezogen	NKI – Kommunal-richtlinie
R3.1	Planung und Realisierung von Radschnell-wegen **(Stadt Nürnberg, benachbarte Gebiets-körperschaften)**	Eine im September 2017 fertiggestellte Machbarkeitsstudie hat Potentiale und Trassen für Radschnellverbindungen in Nürnberg und der Region aufgezeigt. Für Planung und Umsetzung sind finanzielle Mittel erforderlich. Im Rahmen der Planung muss eine intensive Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt werden, um die Akzeptanz für die Projekte zu erhöhen. Insgesamt werden die Radschnellwege eine Länge von 42 km abdecken. Die Umsetzung erfolgt schrittweise in Abschnit-ten.	5 Radschnellver-bindungen: ca. 94,8 Mio. €	2019	2019–2035	½–1 Jahr nach Umsetzung einer vollständigen Trasse maxima-ler Erfolg		stadtweit	NKI – Kommunal-richtlinie / Klima-schutz durch Rad-verkehr
R4.1	Rotmarkierung bestehender Radstreifen **(Stadt Nürnberg)**	Rot eingefärbte Radstreifen tragen dazu bei, dass die für den Radverkehr reservierten Flächen besser sichtbar sind, nicht zugeparkt und von Kfz befahren wer-den. Sie erhöhen damit die objektive und subjektive Sicherheit der Radfahrenden und motivieren zu einer verstärkten Radnutzung. Aufgrund der Kosten kann die Roteinfärbung von Radstreifen derzeit nur beim Neubau oder der Sanierung erfolgen. Um schneller den positiven Effekt der Rotmarkierung erzielen zu können, ist die Einfärbung bestehender Anlagen sehr sinnvoll. Die Realisierung der Rotmarkierung bestehender Radstreifen ist vom Verkehrsausschuss des Stadtrates beschlossen. Insgesamt umfasst das bestehende Radstreifennetz rund 60 km Länge, die Kosten für die Rotmarkierung des gesamten bestehenden Radstreifen-netzes werden auf rund 5,4 Mio. € geschätzt. 1. Priorität – 18 km	rd. 1,6 Mio. €	2018/2019	2019–2021	sofort		stadtweit	
R5	Umsetzung des Konzeptes Fahrradstraßen **(Stadt Nürnberg)**	Das Konzept wird derzeit von der Verwaltung erarbeitet und voraussichtlich Mitte 2018 dem Verkehrsausschuss des Stadtrates zur Beschlussfassung vorgelegt wird. Vorgesehen ist die Ausweisung von etwa 20 Straßenabschnitten zu Fahrradstraßen, um dem Radverkehr sichere und schnelle Routen zur Verfügung stellen zu können. Kosten fallen für Beschliderungs-, Markierungs- und kleinere Umbaumaßnahmen an. Baustufe 1 – insgesamt ca. 15 km	ca. 50.000 € pro km Fahrradstra-ße rd. 750.000 €	2019	2019–2021	sofort		quartierbezogen	NKI – Kommunal-richtlinie
R6	Umwandlung von Stellplätzen in Flächen für Fahrradständer **(Stadt Nürnberg)**	v.a. im Rahmen von Radständerprojekt Altstadt und Stadterneuerungskonzepten sollen Parkplätze in Flächen für Fahrradständer umgewandelt werden.	rd. 200 € pro Bügel	2019	2019–2021	sofort		quartierbezogen	NKI – Kommunal-richtlinie
R7	Spurreduzierung an Hauptverkehrsstraßen zugunsten von Radspuren oder Radstrei-fen **(Stadt Nürnberg)**	Umwandlung einer Fahrspur pro Richtung in Radstreifen (und ggf. Grünstreifen, wenn ausreichend breit) in folgenden Hauptverkehrsstraßen: Fürther Straße, Schnieglinger Straße, Rothenburger Straße (innerhalb Ring), Bayreuther Straße, Erlanger Straße		kurzfristig		sofort	ca. 4 µg/m³	kleinräumig	NKI – Kommunal-richtlinie
	Mittelfristige Maßnahmen (bis 2025)								
R8	Planung und Bau von Radverkehrsanlagen **(Stadt Nürnberg)**	Radverkehrsanlagen (Lückenschlüsse) an Hauptverkehrsstraßen, die aufgrund ihrer Bedeutung im Radwegenetz sehr hohe Priorität genießen: z.B. Maximilian-straße nördlich Fürther Straße, Rothenburger Straße zwischen Elsa-Brändström-Straße und Wallensteinstraße, Bayreuther Straße zwischen Welserstraße und Rathenauplatz, Holsteiner Straße südlich Marktäckerstraße, Frankenstraße zwischen Huldstraße und Markgrafenstraße, Rollnerstraße zwischen Schleifweg und Markgrafenstraße, Bahnhofstraße im Bereich Marientunnel. Bei allen Straßen sind größere Umbaumaßnahmen erforderlich, um Radstreifen realisieren zu kön-nen.	> 10 Mio. Euro.	2019	2019–2025			quartierbezogen	NKI – Kommunal-richtlinie
R3.2	Planung und Realisierung von Rad-schnellwegen **(Stadt Nürnberg, benachbarte Gebiets-körperschaften)**	Weiterführung der Umsetzung der Radschnellverbindungen.	5 Radschnellver-bindungen: ca. 94,8 Mio. €	2019	2019–2035	½–1 Jahr nach Umsetzung einer vollständigen Trasse maxima-ler Erfolg		stadtweit	NKI – Kommunal-richtline / Klima-schutz durch Rad-verkehr
R4.2	Rotmarkierung bestehender Radstreifen **(Stadt Nürnberg)**	Weiterführung der Rotmarkierung bestehender Radstreifen.	rd. 3,8 Mio. €	mittelfristig				stadtweit	
	Langfristige Maßnahmen (länger als 2025)								
R3.3	Planung und Realisierung von Rad-schnellwegen **(Stadt Nürnberg, benachbarte Gebiets-körperschaften)**		5 Radschnellver-bindungen: ca. 94,8 Mio. €	2019	2019–2035	½–1 Jahr nach Umsetzung einer vollständigen Trasse maxima-ler Erfolg		stadtweit	NKI – Kommunal-richtline / Klima-schutz durch Rad-verkehr
R9	Asphaltierung Radweg Pegnitztal Ost **(Stadt Nürnberg)**			langfristig				quartierbezogen	NKI – Kommunal-richtline / Klima-schutz durch Rad-verkehr
R10	Herstellung eines durchgehenden Rad-wegs im Burggraben ohne Steigungen **(Stadt Nürnberg)**	(z.B. Durchstich Mohrengasse)		langfristig				quartierbezogen	NKI – Kommunal-richtline / Klima-schutz durch Rad-verkehr
R11.1 R11.2 R11.3	Schaffung von Querungsmöglichkeiten über Hürden **(Stadt Nürnberg)**	Bau einer Überführung für Fußgänger und Radfahrer über die Fürther Straße in Höhe Leiblstraße Bau einer Überführung für Fußgänger und Radfahrer von der Bertha-von-Suttner-Straße über den FSW und die Bahn zur Austraße Schaffung einer Verbindung von der Kettelersiedlung zum Südbahnhofareal		langfristig langfristig langfristig				quartierbezogen	NKI – Kommunal-richtline / Klima-schutz durch Rad-verkehr

Themenbereich Elektrifizierung des Verkehrs

Nr.	Maßnahme (Projektinitiator)	Kurzbeschreibung	Kosten	Umsetzungs-zeitpunkt	Umsetzungs-dauer	Dauer Wikungsentfal-tung	Minderungs-wirkung der NO_2-Immissionen	Räumlicher Umgriff der Minderungswir-kung	Zuordnung zu möglichem Förder-programm – Sofort-programm Saubere Luft
	Kurzfristige Maßnahmen (2018–2020)								
E1.1	Umstellung der Busflotte auf elektrischen Antrieb **(VAG)**	Nach Einschätzung der VAG wird der Markt für E-Busse, der bislang überwiegend durch teure Prototypen und Kleinserienfahrzeuge geprägt ist, kurz- bis mittelfristig leistungsfähige E-Busse aller Hersteller anbieten. Für die Beschaffung der E-Busse würden bei heutigem Preisniveau für knapp 90 Busse (das entspricht 50 % des Fuhrparks) rund 60 Mio. (Mehraufwendungen gegenüber Dieselbussen in Höhe von ca. 30 Mio. Euro) entstehen. Die Preisentwicklung abzuschätzen ist nur bedingt möglich. Wird unterstellt, dass die Kosten für E-Busse ab 2025 nur noch bei 60 % der aktuellen Kosten liegen, wären rund 43 Mio. Euro aufzubringen und damit ca. 12 Mio. Euro zusätzliche Investitionskosten gegenüber den Dieselbussen notwendig. Neben der Beschaffung der E-Busse sind insbesondere die notwendigen Investitionen in die elektrische Versorgung und die Ladeinfrastruktur sowie in Softwarelösungen zur Steuerung der Ladetechnik und Betriebsabläufe zu berücksichtigen. Unter Berücksichtigung des aktuellen Einsatzprofils der VAG-Busflotte und weiterer Rahmenbedingungen verfolgt die VAG das Konzept der Depotladung. Hierfür wurde ein Szenario entwickelt, wie 50 % der Busflotte bis zum Jahr 2030 durch elektrisch angetriebene Busse ersetzt werden könnte. Auf dem Betriebsgelände müssen eine 20 Kilovolt-Verteilung sowie Niederspannungstransformatoren und -verteiler aufgebaut werden, um jeden Abstellplatz mit einem Hochleistungsladegerät versorgen zu können. Die Investitionen in diese Infrastruktur inklusive notwendiger Softwarelösungen werden auf gut **12 Mio. Euro** geschätzt. Die heutige Abstelldichte der Busse in der Abstellhalle kann in Anbetracht des Platzbedarfes der notwendigen Infrastruktur sowie bautechnischer und brandschutztechnischer Notwendigkeiten für eine Abstellanlage für Elektrofahrzeuge mit der elektrischen Ladeinfrastruktur nicht beibehalten werden. Daher besteht die Notwendigkeit erheblicher baulicher Maßnahmen zur Unterbringung der Busflotte. Die Kosten hierfür werden auf rund **8 Mio. Euro** geschätzt. Beschaffung von 6 E-Bussen (4 Solobusse, 2 Gelenkbusse) und notwendiger Infrastruktur	5,3 Mio. € (Busse und Lade-infrastruktur)	2018/2019	2019	sofort	Mittel 1 µg/m³ Bis 5 µg/m³ Mittel <1 µg/m³ < 1 µg/m³	Stadtweit an Busstrecken Einzelne Stra-ßenzüge Stadtweit an Busstrecken Einzelne Stra-ßenzüge	Förderung der An-schaffung von Elekt-robussen im ÖPNV
E2	Umsetzung des Ladesäulenkonzepts der N-ERGIE **(N-ERGIE)**	Die N-ERGIE hat in Abstimmung mit der Stadt Nürnberg ein Konzept zum Aufbau von Lademöglichkeiten im öffentlichen Raum erarbeitet. Es sieht vor, in den Jahren 2018 und folgende weitere rd. 30 Ladesäulen mit je 2 Ladepunkten verteilt im ganzen Stadtgebiet zu errichten. Die Lademöglichkeiten sollen in erster Linie dort entstehen, wo ein Bedarf zu erwarten ist und Fahrzeuge über einen längeren Zeitraum abgestellt werden, wie z.B. an Park+Ride-Plätzen. Perspektivisch ist ein weiterer Ausbau denkbar, derzeit aufgrund der Dynamik des Martes jedoch noch nicht abschätzbar. Um einen flächendeckenden und nutzerfreundlichen Zugang zu ermöglichen, werden die Ladesäulen in den Ladeverbund+ integriert. Für den Aufbau einer Ladesäule können durchschnittlich rd. 15.000€ angesetzt werden. Jährlich kommen pro Ladesäule rd. 1.000€ Wartungskosten hinzu.	rd. 450.000 € (Einrichtung Ladepunkt) rd. 30.000 € jährlich (Wartung)	2018	2018–2019	sofort			
	Mittelfristige Maßnahmen (bis 2025)								
E1.2	Umstellung der Busflotte auf elektrischen Antrieb **(VAG)**	Beschaffung von 15 E-Bussen und notwendiger Infrastruktur	13,3 Mio. € (Busse und Ladeinfra-struktur)	2020	2021	sofort	Mittel <1 µg/m³ < 1 µg/m³	Stadtweit an Busstrecken Einzelne Stra-ßenzüge	Förderung der An-schaffung von Elekt-robussen im ÖPNV
E1.3		Beschaffung von 19 E-Bussen und notwendiger Infrastruktur	14,8 Mio. € (Busse und Ladeinfra-struktur)	2021	2022	sofort	Mittel <1 µg/m³ < 1 µg/m³	Stadtweit an Busstrecken Einzelne Stra-ßenzüge	Förderung der An-schaffung von Elekt-robussen im ÖPNV
E3	Umstellung kommunale Nutzfahrzeuge **(Stadt Nürnberg)**	Die Nutzfahrzeuge im kommunalen Fuhrpark sollen nach und nach auf elektrische Antriebe umgestellt werden. Bei der kommunalen Feuerwehr können z.B. 15 dieselbetriebene Pkw und 10 Transporter inklusive Kabelnetz durch Kfz mit Elektroantrieb ersetzt werden. Bei SÖR werden derzeit Kleinkehrmaschinen mit Elektroantrieb getestet, 2019/2010 soll ein Fahrzeug beschafft werden. Gleichzeitig ist die Umstellung der Werkstätten erforderlich (Herstellung von Lademöglichkeiten, Ausrüstung, Fortbildung usw.). Zusätzlich steht die Neubeschaffung von Lkw und Pkw in Euro 6-Norm an.		2020		sofort	ca. 1 µg/m³	quartierbezogen	FRL Elektromobilität
E4	Verbesserung der Landstromversorgungs-anlagen im Hafen Nürnberg **(Stadt Nürnberg)**	Für die 135 m langen und energieintensiven Kreuzfahrtschiffe im Personenhafen Nürnberg am Rhein-Main-Donau-Kanal soll das Landstromversorgungsangebot von 400 Ampère auf 800 Ampère (Doppelanschluss Powerlok) verbessert werden. Dadurch müssen Schiffsmotoren während des Anlegevorgangs nicht mitlaufen. Bislang bestehen drei Landstromterminals mit 800 Ampère Doppelanschluss, aber Schiffstechnik erfordert zunehmend mehr Leistung von der Landstromversorgung. Sieben weitere Terminals könnten auf Doppelanschluss umgebaut werden.		mittelfristig			Bis 4 µg/m³	kleinräumig	
E5	Vermehrter Einsatz von Hybrid-Rangierloks **(DB)**	Nach positiven Erfahrungen mit dem Pilotprojekt im Nürnberger Hauptbahnhof wird eine Ausweitung des Einsatzes von Hybrid-Rangierloks angestrebt.		mittelfristig			Bis 3 µg/m³	kleinräumig	

Themenbereich Urbane Logistik

Nr.	Maßnahme (Projektinitiator)	Kurzbeschreibung	Kosten	Umsetzungs-zeitpunkt	Umsetzungs-dauer	Dauer Wikungsentfal-tung	Minderungs-wirkung der NO_2-Immissionen	Räumlicher Umgriff der Minderungswir-kung	Zuordnung zu möglichem Förder-programm – Sofort-programm Saubere Luft
	Kurzfristige Maßnahmen (2018–2020)								
UL1	Logistikkonzepte **(TH Nürnberg)**	In Nürnberg wird aktuell ein Pilotprojekt „Lastenfahrräder für die Stadtlogistik“ in einem an die Altstadt angrenzenden dichtbebauten Gebiet durchgeführt. Auf der „letzten Meile“ von einem Stadtteildepot zum Empfänger erfolgt die Paketzustellung per Lastenfahrrad. Der Praxistest von zwei Paketdienstleistern wird von der TH Nürnberg wissenschaftlich begleitet. Projektbeteiligte sind zudem die IHK Nürnberg, die Stadt Nürnberg sowie das Bayerische Staatsministerium des Innern, das dieses Projekt finanziell fördert. Auswertungen der ersten Projektmonate haben gezeigt, dass die Zustellung durch Lastenräder nicht nur ein großes wirtschaftliches Potenzial hat, sondern auch in erheblichem Umfang zur Reduktion von Emissionen im Verkehr führt. Die Stadt Nürnberg würde daher eine Ausdehnung des Konzeptes auf weitere innerstädtische Gebiete und eine funktionale Erweiterung durch Integration des Privatkundengeschäftes außerhalb des Handels forcieren.	rd. 400.000 €	Start 2018			ca. 2 µg/m³	quartierbezogen	
UL2	Förderung der Anschaffung von privaten Pedelec-Lastenrädern **(Stadt Nürnberg)**	Damit soll insbesondere der lokale Lieferdienst von KMUs vor Ort mit Lastenrädern unterstützt werden, um die Anzahl der Lieferkraftfahrzeuge in innerstädtischen Gebieten zu reduzieren. Das in der Nürnberger Südstadt durchgeführte Pilotprojekt (Zielgruppe hier KEP-Dienste) zeigt ein erhebliches Potential zur Reduzierung von NO_X.	rd. 25.000 € p.a.	kurzfristig			ca. 2 µg/m³	quartierbezogen	*ggf. NKI - Kleinserien-richtlinie*

Themenbereich Sonstige Maßnahmen

Nr.	Maßnahme (Projektinitiator)	Kurzbeschreibung	Kosten	Umsetzungs-zeitpunkt	Umsetzungs-dauer	Dauer Wikungsentfal-tung	Minderungs-wirkung der NO_2-Imissionen	Räumlicher Umgriff der Minderungswir-kung	Zuordnung zu möglichem Förder-programm – Sofort-programm Saubere Luft
	Kurzfristige Maßnahmen (2018–2020)								
S1	Pilotprojekt „Fassadenbegrünung in der Südstadt“ **(Stadt Nürnberg)**	Teile der Südstadt weisen vergleichsweise hohe Belastungen durch NOx auf. In diesem Schwerpunktbereich sollen Projekte zur Fassadenbegrünung besonders gefördert werden. Im Stadtklimagutachten für die Stadt Nürnberg (2014) wird als eine wichtige Maßnahme in Bezug auf die Luftreinhaltung „Dach- und Fassadenbegrünung“ genannt. Aufgrund der städtebaulichen Struktur mit hoher Blockrandbebauung entlang vielbefahrener Straßen entsteht eine für den Luftaustausch ungünstige Situation. Durch die gezielte Begrünung von Fassaden in besonders belasteten Bereichen können Luftschadstoffe zurückgehalten und der Luftaustausch (stärkere Zirkulation durch Entstehung von Verdunstungskühle und Schatten) verbessert werden. Es sollen sowohl Maßnahmen an städtischen Gebäuden realisiert als auch Maßnahmen an privaten Gebäuden gefördert werden. Es ist von durchschnittlichen Kosten von rd. 400 €/m² für die Einrichtung einer Fassadenbegrünung auszugehen. Hinzu kommen Kosten für die Pflege und Instandhaltung.	400.000 €	2018	2018–2020	sofort	ca. 2 µg/m³	kleinräumig	
S2	Fuhrparkmanagement Stadtverwaltung **(Stadt Nürnberg)**	Eine durchgeführte Potenzialanalyse zur Bewirtschaftung des städtischen Fuhrparks im Bereich der Personenmobilität (ohne Kommunalfahrzeuge > 3,5 t) ergab ein Einsparpotential in Höhe von 17 % des CO_2-Ausstoßes und ca. 20 % der Kosten. Durch die Verjüngung, Verkleinerung und die sukzessive Umstellung auf alternative Antriebe des Fahrzeugbestandes unter Änderung der bisherigen Organisation der städtischen Dienstfahrzeuge - Personenmobilität -, vorzugsweise mit einem Carsharing-Dienstleister, kann der unmittelbare CO_2-Ausstoß der dienstlichen Personenmobilität um 30 % bzw. 185 t reduziert werden. Durch den verstärkten Einsatz von Elektro-Pkw im Pool und die Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom kann der CO_2-Ausstoß und der Ausstoß von Stickoxiden noch stärker gesenkt werden. Ausgaben für Fahrzeuge sowie die dienstliche Nutzung von Privat-Pkw reduzieren sich nach vollständiger Implementierung insgesamt um ca. 35 % bzw. 600.000 €. Das Einsparpotenzial ergibt sich insbesondere aus der Reduzierung der Fahrzeuganzahl, verbunden mit der Einführung einer transparenten, dienstellenübergreifenden Buchungsmöglichkeit, der Reduzierung der Fahrzeuggrößen sowie der Vermietung an die Beschäftigten. Durch die Nutzung moderner Carsharing-Technologie werden neben dem reinen Pooling zeitgleich zahlreiche Nebenprozesse optimiert und damit sowohl die Prozesskosten gesenkt als auch die Prozesssicherheit in wichtigen Bereichen der Halterhaftung erhöht: elektronische Führerscheinkontrolle, elektronische Fahrtenbücher, Schaffung der Grundlage für ein automatisiertes Mobilitätscontrolling als Basis für eine Verrechnung der Mobilitätskosten. In der Folge ist eine Verknüpfung mit einem Ladesäulenkonzept in Zusammenarbeit mit der N-ERGIE an städtischen Liegenschaften und Schulen vorgesehen.	noch nicht bezifferbar	I / 2019 für die erste Pilotmaßnahme; Interessenbekundungsverfahren und anschließendes Verhandlungsverfahren		sofort		quartierbezogen	
S3	Neubürgerinformationen über ÖPNV und Radverkehr **(Stadt Nürnberg, VAG, weitere Mobilitätsdienstleister)**	Information von Neubürgerinnen und Neubürgern über die Mobilitätsangebote in Nürnberg z.B. durch Ausgabe von Schnuppertickets (ca. 70.000 €/a), dem Fahrradstadtplan (ca. 6.000 €/a), Informationen zu Carsharing, etc.	rd. 80.000 €/a	2019	Start 2019, kontinuierliche Weiterführung			stadtweit	
S4	Umwandlung von Stellplätzen in Parklets **(Stadt Nürnberg)**			kurzfristig		sofort			
S5	Umsetzung Mobilitätskonzept **(Stadt Nürnberg)**	Auf dem Gelände des ehemaligen Südbahnhofs (110 ha) entsteht ein neuer Stadtteil mit Wohnen, Dienstleistung, sozialen Einrichtungen, Gewerbe und einer Hochschule. Ein Verkehrsgutachten hat gezeigt, dass der Verkehr, der durch die neuen Nutzungen erzeugt wird, einen überdurchschnittlich hohen Anteil an den Verkehrsarten des Umweltverbundes aufweisen muss, damit der Verkehr im angrenzenden Hauptverkehrsstraßennetz noch bewältigt werden kann. Es wurde ein Mobilitätskonzepts für emissionsarme Mobilität erarbeitet, das Maßnahmen umfasst, die bereits im Bebauungsplan Berücksichtigung finden sollen und mit denen eine geänderte Verkehrsmittelverteilung im neuen Stadtteil erreicht werden kann. Das Mobilitätskonzept dient als Grundlage und die erarbeiteten Maßnahmen sollen auf weitere Entwicklungsgebiete (z.B. Tiefes Feld, Thon / Wetzendorf, östl. Flughafenstraße) übertragen werden.		kurzfristig bis langfristig					
S6	Gebührenerhebung auf unbewirtschafteten Stellplätzen in der Innenstadt **(Stadt Nürnberg)**	Im Rahmen eines Parkraummanagements werden bisher unbewirtschaftete Stellplätze in der Innenstadt bewirtschaftet.							
S7	Gebührenerhöhung für die kostenpflichtigen öffentlichen Stellplätze **(Freistaat Bayern)**	Die Obergrenze für Gebühren, die in der bayerischen Zusatzverordnung festgesetzt ist, muss an die reale Preissteigerung seit 1998 angepasst werden.	-	kurzfristig					
S8	Änderung des Stellplatznachweises in Bebauungsplänen **(Stadt Nürnberg)**	Ziel ist, dass insgesamt weniger Stellplätze nachgewiesen werden müssen.	-	kurzfristig					
	Mittelfristige Maßnahmen (bis 2025)								
S9	Realisierung der Freiraumverbindung von der Nordstadt zum Marienbergpark **(Stadt Nürnberg)**	Im Flächennutzungsplan der Stadt Nürnberg sind übergeordnete Freiraumverbindungen festgesetzt, die Fußgängern und Radfahrern sichere Wegeverbindungen in Grünachsen abseits der vom Kfz genutzten Straßen anbieten sollen. Eine wichtige Freiraumverbindung verläuft in der Nordstadt entlang des neuen Wohngebiets am ehemaligen Nordbahnhof und soll über eine Brücke über den vielbefahrenen Nordring bis zum Marienbergpark und weiter führen. Für die Umsetzung der Freiraumverbindung muss die abgerissene Bahnbrücke über den Nordring hergestellt werden.		2021		sofort		stadtweit	NKI – Klimaschutz durch Radverkehr
S10	Spurreduzierung an Hauptverkehrsstraßen zugunsten von Grünflächen **(Stadt Nürnberg)**			mittelfristig		sofort	ca. 4 µg/m³	kleinräumig	
S11	Verbesserungen für Fußgängerinnen und Fußgänger **(Stadt Nürnberg)**	Die Situation für Fußgängerinnen und Fußgänger soll verbessert werden. Dies kann erreicht werden durch beispielsweise die Verbesserung von Querungsmöglichkeiten an viel befahrenen Straßen ohne LSA, die Verbreiterung von Gehwegen oder die Aufstellung von Sitzgelegenheiten und schattenspendenden Bäumen. Derzeit ist die Erarbeitung eines Fußverkehrskonzepts geplant, in dem konkrete Maßnahmen für Nürnberg entwickelt werden sollen.		mittelfristig				quartiersbezogen	