

**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**

Entwurf

Masterplan „Green City Plan“ für die Stadt Koblenz, Berechnung der NO₂- Immissionsminderung durch vorgeschlagene Maßnahmen

Auftraggeber: Stadt Koblenz
Umweltamt
Bahnhofstraße 47
56068 Koblenz

Dipl.-Geogr. T. Nagel
Dr. rer. nat. R. Hagemann
Dipl.-Ing. Helmut Lorentz
Dipl.-Ing. Wolfram Schmidt

Juli 2018
Projekt 63624-18-01
Berichtsumfang 88 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	7
3 VORGEHENSWEISE	14
3.1 Beurteilungsmaßstäbe für den Luftschadstoff Stickstoffdioxid	14
3.2 Berechnungsverfahren PROKAS.....	15
4 EINGANGSDATEN	16
4.1 Verkehrsdaten des Straßennetzes	16
4.2 Meteorologische Daten	21
4.3 Schadstoffhintergrundbelastung	24
5 EMISSIONEN	26
5.1 Betrachtete Schadstoffe.....	26
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	26
5.2.1 Lokale PKW-Flottenzusammensetzung.....	26
5.2.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren	28
6 NO₂-IMMISSIONEN UND MASSNAHMENBETRACHTUNGEN	32
6.1 NO ₂ -Immissionen für den Bestand 2017.....	33
6.2 NO ₂ -Immissionen für den Prognosenullfall 2020	33
6.3 Maßnahmenbetrachtung straßennetzweit.....	38
6.3.1 Linienbusse	38
6.3.2 ÖPNV-Förderung.....	38
6.3.3 Einrichtung von Mobilitätsstationen	40
6.3.4 Förderung und Ausbau des Radverkehrs.....	42
6.3.5 Dynamisches Parkleitsystem.....	45
6.3.6 Umweltorientiertes Verkehrsmanagementsystem (UVM)	45

6.4 Betrachtung ausgewählter Straßenabschnitte	52
6.4.1 Förderung der E-Mobilität, Ausbau der Ladeinfrastruktur	54
6.4.2 Umbau des Kommunalen Fuhrparks	56
6.5 Kleinräumig begrenzte Maßnahmen	57
6.5.1 Erweiterung der Landstromanschlüsse für Binnenschiffe	57
6.5.2 Grünausstattung von hochbelasteten Straßenräumen	61
7 WIRKUNGEN FÜR DIE MASSNAHMEN	63
7.1 Maßnahmenschwerpunkt A: Digitalisierung des Verkehrssystems	63
7.1.1 Umweltorientiertes Verkehrsmanagementsystem (UVM)	63
7.1.2 Strecken- oder Netzbeeinflussungsanlagen	63
7.1.3 Neuplanung ausgewählter Lichtsignalanlagen	64
7.1.4 Dynamisches Parkleitsystem	65
7.1.5 Dynamisches Fahrgastinformationssystem	65
7.2 Maßnahmenschwerpunkt B: Stärkung ÖPNV und Vernetzung der Verkehrsträger/Intermodalität	66
7.2.1 Emissionsarme Busflotte	66
7.2.2 Attraktivierung des ÖPNV	67
7.2.3 Erweiterung des ÖPNV	67
7.2.4 Einrichtung von Mobilitätsstationen	68
7.2.5 Förderung des Fußverkehrs	68
7.3 Maßnahmenschwerpunkt C: Stärkung des Radverkehrs in Koblenz	68
7.3.1 Förderung und Ausbau des Radverkehrs	69
7.4 Maßnahmenschwerpunkt D: Umrüstung des Verkehrs auf Elektro- und Erdgasmobilität	70
7.4.1 Ausbau Ladeinfrastruktur und Erdgastankstellen mit ergänzenden Maßnahmen	70
7.4.2 Elektromobilität im städtischen Fuhrpark	71
7.5 Maßnahmenschwerpunkt E: Urbane Logistik	71
7.5.1 Kommunales, betriebliches und schulisches Mobilitätsmanagement ...	71
7.5.2 Umbau des kommunalen Fuhrparks	72

7.6	Maßnahmenschwerpunkt F: Weitere Arbeitspakete über die Förderschwerpunkte hinaus.....	73
7.6.1	Erweiterung der Landstromanschlüsse für Binnenschiffe.....	73
7.6.2	Öffentlichkeitsarbeit.....	73
8	LITERATUR.....	74
A1	BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	78
A2	BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION.....	82
A3	MAßNAHMENSTECKBRIEFE ZU AUSGEWÄHLTEN EINZELMAßNAHMEN DES MAßNAHMENSCHWERPUNKTES A.....	88

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



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 m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

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

zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-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.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des Nationalen Forums Diesel wurde ein Mobilitätsfonds eingerichtet, mit dem Ziel, Kommunen bei der Einhaltung der Stickoxidgrenzwerte zu unterstützen. Aufgrund von Überschreitungen des Grenzwerts für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ an der Messstation Koblenz-Hohenfelder Straße ist die Stadt Koblenz in Folge des im Rahmen des Nationalen Forums Diesel aufgestellten Mobilitätsfonds als antragsberechtigter Kommune vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur aufgefordert, einen Masterplan mit zielgenauen NO₂-Minderungsmaßnahmen vorzulegen.

Für den Masterplan wurden relevante Maßnahmen aus bereits vorhandenen Planungen zusammengeführt, neue Maßnahmen entwickelt und im Hinblick auf ihre NO₂-Minderungswirkung rechnerisch betrachtet und bewertet.

Das Umweltamt der Stadt Koblenz hat bei der Förderstelle 17 Projektskizzen für Maßnahmen eingereicht und um weitere Maßnahmenvorschläge ergänzt, die folgenden fünf Schwerpunkten zugeordnet sind:

Maßnahmenschwerpunkt A: Digitalisierung des Verkehrssystems

- Umweltorientiertes Verkehrsmanagementsystem
- Strecken- oder Netzbeeinflussungsanlagen
- Neuplanung ausgewählter Lichtsignalanlagen
- Dynamisches Parkleitsystem
- Dynamisches Fahrgastinformationssystem

Maßnahmenschwerpunkt B: Stärkung ÖPNV und Vernetzung der Verkehrsträger /Intermodalität

- Emissionsarme Busflotte
- Attraktivierung des ÖPNV
- Erweiterung des ÖPNV
- Einrichtung von Mobilitätsstationen
- Förderung des Fußverkehrs

Maßnahmenschwerpunkt C: Stärkung des Radverkehrs in Koblenz

- Förderung und Ausbau des Radverkehrs

Maßnahmenschwerpunkt D: Umrüstung des Verkehrs auf Elektro- und Erdgasmobilität

- Ausbau Ladeinfrastruktur und Erdgastankstellen mit ergänzenden Maßnahmen
- Elektromobilität im städtischen Fuhrpark

Maßnahmenschwerpunkt E: Urbane Logistik

- Kommunales, betriebliches und schulisches Mobilitätsmanagement
- Umbau des kommunalen Fuhrparks

Maßnahmenschwerpunkt F: Weitere Arbeitspakete über die Förderschwerpunkte hinaus

- Erweiterung der Landstromanschlüsse für Binnenschiffe
- Öffentlichkeitsarbeit

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 Betrachtung an ausgewählten Hauptverkehrsstraßen bzw. Zufahrtsstraßen in den zentralen Stadtbereich. Die dritte Gruppe der Maßnahmen bezieht sich auf räumlich stark begrenzte Teilbereiche des Stadtgebietes von Koblenz.

Für die Maßnahmen „Emissionsarme Busflotte“, „Förderung der Elektromobilität, Ausbau der Ladeinfrastruktur“, „Parkleitsystem“, Dynamisches und „Umweltorientiertes Verkehrsmanagement“ wurde flächenhaft, für die Maßnahme „Erweiterung der Landstromanschlüsse für Binnenschiffe“ wurde für Teilgebiete die Minderungswirkung berechnet. Für die Maßnahmen „Förderung und Ausbau des Radverkehrs“, „Einrichtung von Mobilitätsstationen“ und „Dynamisches Parkleitsystem“ sowie gebündelt für die Maßnahmen „Attraktivierung des ÖPNV“ und „Erweiterung des ÖPNV“ wurden Analogieschlüsse basierend auf Angaben in der Fachliteratur zur Reduktion der MIV-Fahrten getroffen.

Mit Ausnahme der Maßnahme „Emissionsarme Busflotte“ ergaben sich für diese Maßnahmen moderate Minderungswirkungen mit geringen Unterschieden. Insgesamt ist aus den Immissionsberechnungen abzuleiten, dass mit der erwarteten Entwicklung der Kfz-Zusammensetzung an der Luftmessstation Koblenz-Hohenfelder Straße der NO_2 -Jahresmittelwert von derzeit $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2017 auf ca. $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2020 zurückgeht und die genannten Maßnahmen diesen Rückgang unterstützen, stabilisieren und noch

zu moderaten weiteren Verringerungen führen. Mit der Maßnahme „Emissionsarme Busflotte“ kann durch Umstellung der Linienbusse auf Abgasnorm Euro VI, diesel- oder erdgasbetrieben, kann die Minderung noch weiter unterstützt werden und der NO₂-Jahresmittelwert an der Messstation auf knapp über 30 µg/m³ gesenkt werden.

Entsprechend den NO₂-Berechnungen für das Hauptverkehrsstraßennetz von Koblenz unter Berücksichtigung der Randbebauung sind an einigen Straßenabschnitten vergleichbare bzw. höhere NO₂-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 NO₂-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 Maßnahmen für eine Auswahl von Straßenabschnitten ausgewertet. Aus der Säulendarstellung für die Messstandorte und ausgewählte Straßenabschnitte der **Abb. 1.1** ist ablesbar, dass für das Jahr 2020 mit der Maßnahme „Emissionsarme Busflotte“ an allen betrachteten Straßenabschnitten eine prognostizierte Einhaltung des in der 39. BImSchV genannten NO₂-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ erzielbar wird.

Mit dem Masterplan liegt der Stadt Koblenz 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.

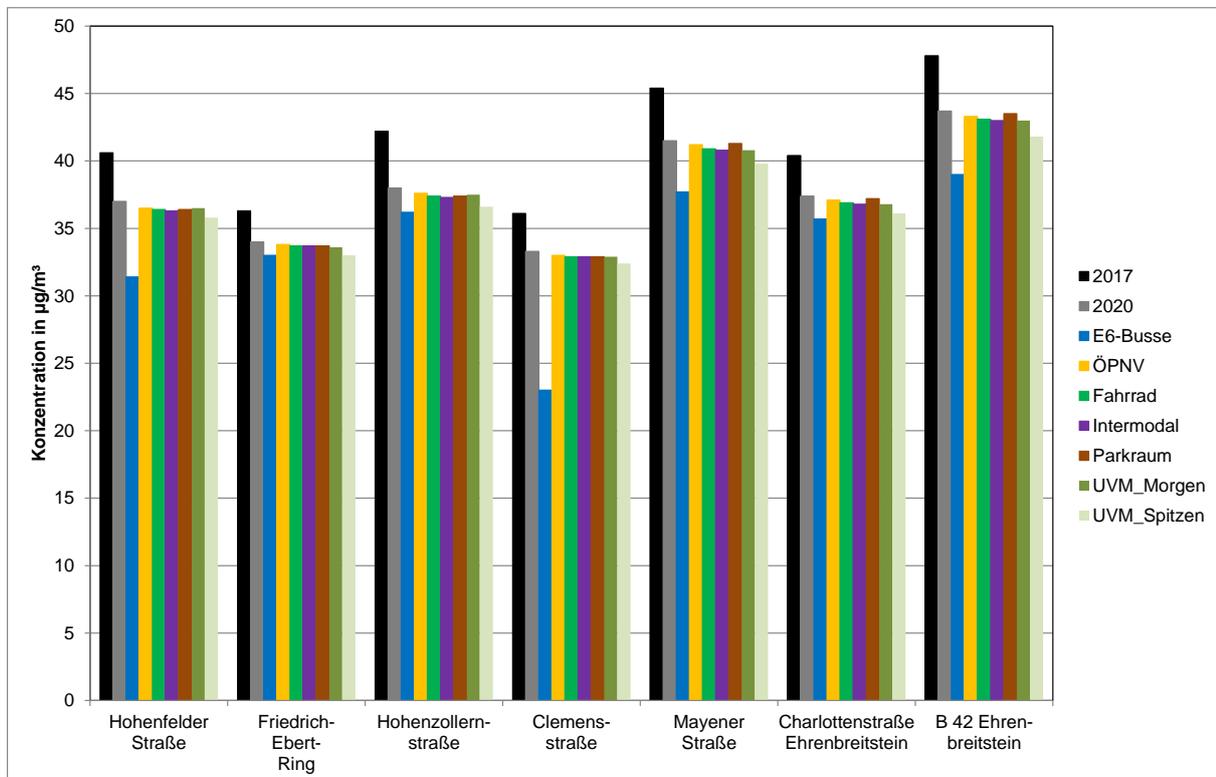


Abb. 1.1: Berechnete NO₂-Jahresmittelwerte für 2017 und 2020 und die genannten Maßnahmen für ausgewählte Straßenabschnitte und Messstandorte in Koblenz.

2 AUFGABENSTELLUNG

Im Rahmen des Nationalen Forums Diesel wurde ein Mobilitätsfonds eingerichtet, mit dem Ziel, Kommunen bei der Einhaltung der Stickoxidgrenzwerte zu unterstützen. Aufgrund von Überschreitungen des Grenzwerts für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ an der Messstation Koblenz-Hohenfelder Straße ist die Stadt Koblenz in Folge des im Rahmen des Nationalen Forums Diesel aufgestellten Mobilitätsfonds als antragsberechtigte Kommune vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur aufgefordert, einen Masterplan mit zielgenauen NO₂-Minderungsmaßnahmen bis Ende Juli 2018 vorzulegen.

Das Umweltamt der Stadt Koblenz hat bei der Förderstelle Projektskizzen eingereicht, für die die NO₂-Minderungswirkungen aufzuzeigen sind. Die genannten Maßnahmen wurden um weitere Maßnahmenvorschläge ergänzt.

Benannt werden folgende Maßnahmen:

1. Umweltorientiertes Verkehrsmanagementsystem (UVM) – Machbarkeitsstudie

Optimierung des Verkehrsflusses in Abhängigkeit von Umweltparametern und damit kurzfristige Reaktionsmöglichkeit auf besonders hochbelastete Zeitfenster (z.B. Inversionswetterlage). Das Managementsystem soll mit der Übermittlung von Verkehrs- und Umweltinformationen gekoppelt sein, um das Bewusstsein der Bevölkerung zu schärfen und langfristig zusätzlich eine Verhaltensänderung herbeizuführen (Fahrgemeinschaften, Umstieg auf ÖPNV, Nutzung alternativer Antriebe etc.).

Erstellung der Machbarkeitsstudie im Zuge des Green City Planes, Ergebnis der Machbarkeitsstudie als Grundlage zur Entscheidungsfindung, ggf. dann Beauftragung einer externen Firma zur entsprechenden Umsetzung.

2. Strecken- oder Netzbeeinflussungsanlagen - Machbarkeitsstudie

Optimierung des Verkehrsflusses in Abhängigkeit von Verkehrsbelastung und Verkehrsstörungen.

Erstellung der Machbarkeitsstudie im Zuge des Green City Planes, Ergebnis der Machbarkeitsstudie als Grundlage zur Entscheidungsfindung, ggf. dann Beauftragung einer externen Firma zur entsprechenden Umsetzung.

3. Neuplanung ausgewählter Lichtsignalanlagen

Weiterentwicklung der bestehenden Verkehrsinfrastruktur, Verbesserung des Verkehrsflusses, ÖV-Beschleunigung.

4. Erneuerung dynamisches Parkleitsystem

Direkte Zielführung in die Parkhäuser (Verringerung Parksuchverkehr, Lenkung über vorgesehene Routen, höhere Auslastung der Parkhäuser) und Information für den Autofahrer, dadurch Reduzierung des Parksuchverkehrs.

Technische Planung, weitere Abstimmung mit Fachbeteiligten und Förderantrag. Im weiteren Verlauf ist die Angebotsphase, Auftrag und Bau vorgesehen. Die Vergabe ist bereits in Vorbereitung, eine entsprechende Förderung soll Ende Januar / Anfang Februar 2018 veröffentlicht werden.

5. Dynamische Fahrgastinformation (DFI)

Verbesserung der Information für ÖV-Nutzer, Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV.

Vorplanung, Festlegung von 4 weiteren Haltestellen, Ausführungsplanung, Ausschreibung, Bau.

6. Emissionsarme Busflotte

Nachrüstung der Dieselse (Euro IV u. V) im Stadtbereich mit SCR-Filtern, vorgezogene Neubeschaffung auch mit alternativen Antriebstechnologien (z.B. Erdgas, Elektro, Hybrid, Brennstoffzellen).

Bedarf ermitteln, Abstimmung mit benachbarten Aufgabenträgern, deren Linien nach Koblenz ein-/ausbrechen.

7. Attraktivierung des ÖPNV

Verdichtung der Taktzeiten und Ausweitung des Bedienungszeitraumes (Schwachlastzeiten und Nachtbusverkehr), dynamische Fahrgastinformation in Echtzeit, behindertengerechte Haltestellen, Ausweitungen von Busbeschleunigung und intelligente LSA-Schaltungen, Fahrpreissenkungen im städtischen ÖPNV, Einführung eines elektronischen E-Ticket Erfassungs- und Abrechnungssystems (Erweiterung des bestehenden Koblenzer E-Tickets). Ziel ist der Anstieg der Nutzerzahlen im ÖPNV zulasten des motorisierten Individualverkehrs.

8. Erweiterung des ÖPNV

Integration alternativer Angebote wie Seilbahn, Personenfähren, Wassertaxen etc. dadurch Steigerung des Angebots im ÖPNV und interessanter Lückenschluss, Attraktivitätssteigerung.

Bedarf ermitteln, Abstimmung mit externen Anbietern (Seilbahn, Fähren), Ermittlung ggf. weiterer Bedarfe (Wassertaxen), Planung, Abstimmung in politischen Gremien, Beschlussfassung, Umsetzung.

9. Einrichtung von Mobilitätsstationen

Zur Vernetzung der Verkehrsträger Errichtung sog. Mobilitätsstationen an geeigneten ÖPNV Haltestellen. Diese bündeln wichtige Informationen zusätzlicher Angebote wie Carsharing, Bike+Ride-Stationen, E-Ladesäulen und enthalten Serviceangebote. Die Angebote können über eine einheitliche Mobilitätsplattform gebucht werden. Der Umstieg vom eigenen PKW auf alternative Fortbewegungsmittel (Bus, Bahn, Carsharing, Fahrrad etc.) soll so erleichtert und eine lückenlose Fortbewegung mit unterschiedlichen umweltverträglichen Verkehrsarten ermöglicht werden.

Konzeptionierung, Abstimmung mit beteiligten Akteuren (Verkehrsunternehmen, Carsharing Partner etc.), Abstimmung mit politischen Gremien, Beschlussfassung, Umsetzung

10. Förderung des Fußverkehrs

Attraktive und barrierefreie Umgestaltung des öffentlichen Raums zur Steigerung des Fußverkehrsaufkommens und Verbesserung der Verkehrssicherheit, dadurch indirekt Modalsplitverlagerung. Konkrete Realisierung eines Bausteins aus dem 2017 erarbeiteten VEP-Entwurf: „Mehr und sichere Querungsstellen für Fußgänger“. Querungshilfen als Basis für sichere, durchgängige und möglichst direkte Wegebeziehungen. In Koblenz insbesondere entlang der Hauptverkehrsstraßen (für den Fußverkehr häufig starke, z. T. unüberwindbare Barrieren).

Programmatischer Pauschalhaushaltsansatz „Mehr und sichere Querungsstellen für Fußgänger“, verwaltungsinterne Vorplanung und Kostenschätzung für prioritäre Projekte, Interne Abstimmung, Gremienbeteiligungen, Ausführungsplanung, Umsetzung.

11. Förderung und Ausbau des Radverkehrs

Der Anteil am Radverkehr in Koblenz soll von 8 % in 2014 auf 16 % bis 2020 gesteigert werden, bei gleichzeitiger Senkung des KFZ-Anteils. Enormes Potenzial zur Senkung des MIV. Attraktive Angebote machen den Umstieg auf das Fahrrad attraktiv.

Konkrete Maßnahmen:

1. Fahrradfreundliche Hauptrouten zum und im Zentrum.
2. Konzeption von Radschnellwegen zwischen Umland und Stadt.
3. Errichtung der Fahrradstation am Hauptbahnhof mit Serviceangebot.
4. (Wieder-)Aufbau eines öffentlichen Fahrradverleihsystems (stadtweit).
5. Anbindung des neuen Radwegs B49 Moselweiß – Lay im Stadtgebiet.
6. Verbreiterung der Geh- und Radwegeanlage Horchheimer Eisenbahnbrücke (Oberstromseite).

Geplante Arbeitsschritte:

1. Externe Beauftragung Vorplanungen, interne Abstimmungen, Genehmigungs-/Ausführungsplanungen, Gremienbeteiligungen, Maßnahmenumsetzung.
 2. Externe Beauftragung Vorplanung, Ausarbeitung von Genehmigungs-/Ausführungsplanungen, Gremienbeteiligung, Maßnahmenumsetzung.
 3. Kauf-/Mietverhandlungen Immobilie, Gremienbeteiligung, Umbau- und Erschließungsplanung, Betreibersuche und –auswahl.
 4. Gremienbeteiligung, Ausschreibung (klassisches hochwertiges stationäres System), Unterstützung bei der Stationsherstellung, Anschubfinanzierung (einmalig).
 5. und 6. Planung, interne Abstimmung, Gremienbeteiligung, Umsetzung.
12. Ausbau Ladeinfrastruktur und Erdgastankstellen mit ergänzenden Maßnahmen

Ausbau der Elektro- (auch Wasserstoff-) und Erdgasmobilität im Individualverkehr, im ÖPNV und der privaten Logistik durch Errichtung und Betrieb von zusätzlichen Ladeinfrastrukturen und mit intelligenten Steuerungs-, Management- und IT-Backendsystemen auf öffentlichen und halböffentlichen Parkflächen und in Parkhäusern. Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für die Verbreitung der Elektrofahrzeuge im MIV z.B. durch Kombiangebote (ÖPNV/E-Carsharing) in Verbindung mit einem lokalen Mobilitätsnetzwerk (Autohandel, Energieversorger evm und Elektro-Fachhandwerk). Zurzeit Erstellung eines bedarfsgerechten und innovativen Ausbaukonzeptes für die städtische Ladeinfrastruktur (BMVI Förderantrag). Verwendung von zertifiziertem Ökostrom in allen öffentlichen Ladeinfrastrukturen, dadurch Beitrag zur Umsetzung von Klimaschutzkonzept und Luftreinhalteplan Koblenz. Parallel auch der Ausbau der nahezu emissionsfreien Erdgasmobilität hauptsächlich im Bereich ÖPNV und Warentransport durch Zubau von innerstädtischen Erdgastankstellen und durch ergänzende Maßnahmen zur Verbreitung von Erdgasfahrzeugen.

Integration und Erweiterung der Ergebnisse des laufenden Projektes „Entwicklung eines Ladeinfrastrukturkonzeptes für den Raum Koblenz“ (BMVI-Förderantrag) mit den Bausteinen: Bestandsaufnahme, Analyse, Bedarfsuntersuchung, Ressourcen-Untersuchung (Stromlastkurven), Definition geeigneter Ladeinfrastrukturtypen, Prognose Infrastruktur und Strombedarf, Kostenkalkulation, Konzeptphase.

Erweiterung des Konzeptes um das Thema Erdgasmobilität und Erdgastankstellen für die Bereiche ÖPNV und private Logistik. Zusätzlich geeignete Konzepte für die Verbreitung der Elektro- und Erdgasfahrzeuge im MIV, im ÖPNV und der privaten Logistik.

13. Elektromobilität im städtischen Fuhrpark

Beschaffung eines E-PKW für die Feuerwehr Koblenz und Beschaffung von Elektrofahrzeugen für den städtischen Fuhrpark sowie Bau einer entsprechenden Ladesäuleninfra-

struktur. Im Zuge der Bundesförderung zur Elektromobilität (BMVI Förderprogramm) erstellt die Stadt ein Elektromobilitätskonzept, das ermitteln soll, wie eine möglichst große Anzahl von Elektrofahrzeugen (auch mit Wasserstofftechnologien) in den städtischen Fahrzeugpool integriert werden kann. Durch ein in sich geschlossenes Elektromobilitätskonzept sollen die Leitung bei der Genehmigung von Beschaffungsvorhaben für E-Fahrzeuge unterstützt werden (Kostentransparenz Heute / Morgen), die Politik zur Erfüllung der politischen Ziele wie Klimaschutz, Luftreinhaltung und Verkehr informiert werden, Vorbehalte von Nutzern in Bezug auf Reichweiten und Einsatzmöglichkeiten von E-Fahrzeugen abgebaut werden (Gemischter Pool / internes softwaregestütztes CarSharing, private Nutzung der Fahrzeuge), das Potential für Elektromobilität maximal ausgeschöpft werden und ein konkreter und verbindlicher Umsetzungsplan entwickelt werden. Auf Basis einer detaillierten Fahrdaten- und Bedarfsanalyse soll ein Konzept entwickelt werden, bei dem alle handelsüblichen Pkw und Kleintransporter ohne nutzerspezifische Sonderein- und -aufbauten, die durch die Ämter und Eigenbetriebe der Stadtverwaltung benötigt werden, in einem zentral gemanagten Fahrzeugpool organisiert sind (internes (E-)CarSharing). Soweit nach wirtschaftlichen und funktionellen Kriterien (Reichweiten, Tageslaufleistungen, Ladezeiten, Tank-/Ladeinfrastruktur, Fahrzeugklassen) möglich, sollen vorrangig E-Fahrzeuge eingesetzt werden. Die Organisation des Fahrzeugpools soll über eine Dispositionssoftware mit automatisierten Übergabe-/Rücknahmesystemen erfolgen.

Dienst-Kfz sollen in den nicht ausgelasteten Zeiten ggf. durch die Mitarbeiter gegen Kostenerstattung oder durch Dritte, z.B. in einer Kooperation mit anderen Behörden und kommunalen Betrieben in der Nähe der Rathausstandorte, genutzt werden können und ein konkreter Umsetzungs- und Beschaffungsplan zu Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur soll entwickelt werden.

Erstellung des Elektromobilitätskonzeptes der Stadtverwaltung Koblenz mit einem ausgewogenen Verhältnis von Wirtschaftlichkeit, Ressourceneffizienz, Ökologie (Reduzierung Schadstoff- und CO₂-Ausstoß) sowie Mitarbeiterorientierung (Akzeptanz, Synergieeffekte zwischen Arbeitgeber und Mitarbeitern, Gesundheit, Sicherheit). Danach ggf. Umsetzung entsprechend Konzept im städtischen Fuhrpark.

14. Kommunales, betriebliches und schulisches Mobilitätsmanagement

Einbindung eines Mobilitätsmanagers in Verwaltung, Koblenzer Betrieben und Schulen. Sensibilisierung und Beratung von Betrieben (Arbeitgeber, Mitarbeiter) und Schulen (Lehrende/Schüler) sowie Mitarbeitern der Stadtverwaltung für die Nutzung unterschiedlicher Mobilitätsangebote des Umweltverbundes. Die Stadt Koblenz initiiert, unterstützt und berät, auch im Bereich von Pilotprojekten.

Verwaltung: z.B. Job-Ticket, Radverkehrsförderung, Bildung von Fahrgemeinschaften, Kommunales Mobilitätsmanagement als Vorbildwirkung für andere Betriebe.

Betriebe/Schulen: Aktive Ansprache und Beratung von Betrieben, Entwicklung von Beratungsprogrammen und/oder Pilotprojekten.

Interessante Angebote des Arbeitgebers verbunden mit einem effizienten Angebot im Umweltverbund steigern dessen Attraktivität. Sowohl Arbeitgeber (Einsparung von Parkflächen, Gesundheit der Mitarbeiter, etc.), Anbieter des ÖPNV (Steigerung der Nutzungszahlen) als auch die Stadt (positive Wirkung auf das Stadtklima) profitieren von der Maßnahme.

Geplante Arbeitsschritte:

Auf der Grundlage des Klimaschutzkonzeptes und der Bedarfsermittlung im Zuge des Verkehrsentwicklungsplans Durchführung von Beratung sowohl verwaltungsintern als auch mit den Koblenzer Betrieben und Schulen. Abfrage des Anspruchs an den Mobilitätsmanager und des Wunsches an die organisatorische Einbindung des Mobilitätsmanagers.

Entwicklung gemeinsamer Aufgabenpakete und potenzielle Pilotprojekte.

15. Umbau des Kommunalen Fuhrparks

Ziel:

Umbau des Kommunalen Fuhrparks auf emissionsarme Fahrzeuge. Untersuchung aller Fahrzeuge bis 7,5 t und über 7,5 t, Kommunaltraktoren, Baufahrzeuge und Baumaschinen sowie auch Kleingeräte. Dabei vorgezogener Ersatz von Pkw und Kleintransportern durch Plug-in-Hybrid und/oder E-Fahrzeuge, Nachrüstung von Fahrzeugen, deren frühzeitiger Ersatz nicht wirtschaftlich ist auf eine aktuelle Abgasnorm sowie generell vorgezogene Erneuerung und Austausch von Laubsaugern, Laubbläser etc. mit Umstellung auf Elektrogeräte. Durch ein entsprechendes Maßnahmenkonzept sollen die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für eine Umrüstung sowie Ersatzbeschaffung betreffender Fahrzeuge umfassend geprüft und bewertet werden. Der Fuhrpark soll nach „Stand der Technik“ nachhaltiger und emissionsfreier ausgestattet werden. Voraussetzungen für die notwendige Infrastruktur sollen aufgezeigt werden und das Potential für Umrüstung und Ersatzbeschaffung soll maximal ausgeschöpft werden. Dazu soll ein konkreter und verbindlicher Maßnahmenplan in Abstimmung mit den entsprechenden städt. Beschlussgremien entwickelt werden.

Arbeitsschritte:

Erstellung eines Maßnahmen- bzw. Umsetzungskonzepts, mit Markterkundung der Abgasreinigungssysteme, Abstimmung von Um- bzw. Nachrüstungsmöglichkeiten mit Fahrzeug- und Aufbauherstellern, Markterkundung von alternativen Antriebsmöglichkei-

ten für Sonderfahrzeuge mit notwendiger Infrastruktur, technische Bewertung der betreffenden Fahrzeuge, Eignungsprüfung für umzurüstende Fahrzeuge, wirtschaftliche Bewertung der betreffenden Fahrzeuge, Erarbeitung eines technischen und zeitlichen Umsetzungsplans, Erarbeitung der kurz- und mittelfristigen Finanzplanung für die Umrüstung und vorgezogene Ersatzbeschaffung der Fahrzeuge, Bereitstellung der notwendigen Haushaltsmittel, Erfassung und Bewertung der Kleingeräte.

Der in Rede stehende Untersuchungsumfang:

EB 70: Umrüstung von 36 Diesel-Lkw von Euro V nach Euro VI, vorzeitige Ersatzbeschaffung von 48 Diesel-Lkw der Schadstoffklassen Euro I bis Euro IV, vorzeitige Ersatzbeschaffung von 12 Diesel-Bau- bzw. Arbeitsmaschinen, hinzu kommt der Austausch von Kleingeräten.

EB 67: Ersatzbeschaffung von 31 LKW und Pritschenwagen (von Euro III-V auf Euro VI) sowie Austausch von 2/3 des Kleingerätebestandes.

16. Erweiterung der Landstromanschlüsse für Binnenschiffe

Ziel:

Stromversorgung aller anlegenden Schiffe über Landstrom anstatt über Dieselaggregate. Schiffe benötigen zunehmend stärkere Anschlusskapazitäten, um auf das Dieselaggregat verzichten zu können, daher Kapazitätserweiterungen der vorhandenen Landstromanschlüsse am Moselufer (Peter-Altmeier-Ufer) und Rheinufer (Konrad-Adenauer-Ufer) für langfristigen und umfassenden Verzicht auf Dieselbetrieb während der Liegezeiten.

17. Öffentlichkeitsarbeit

Ziel:

Aufgrund der Vielfältigkeit der Maßnahmen ist ein integriertes und umfangreiches Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit unabdingbar. Inhalt: Zielgruppenspezifische Informationen und Kampagnen (z. B. NeubürgerInnen-Paket, Kampagne zum Radfahren etc.), Öffentlichkeitsarbeit und Aufklärungskampagnen zum umweltschonenden Fahren, zur Förderung von Fahrgemeinschaften und zur Nutzung umweltfreundlicher Mobilitätsarten, Bekanntmachung Fahrgastinformation im ÖPNV, Informationen für große Flottenbetreiber (z.B. Pflegedienste, Taxen, Carsharing etc.) betr. umweltfreundlicherer Antriebe, M 10 Luftreinhalteplanentwurf „Gemeinsam gegen dicke Luft“ (ähnlich freiwilliger Feinstaubalarm in Stuttgart, aber auf NO₂ bezogen), Bekanntmachung aller genannter Maßnahmen.

3 VORGEHENSWEISE

Aus fachlicher Sicht steht die Ermittlung und Einschätzung der Minderung der NO₂-Konzentrationen und dementsprechend die Verringerung der verkehrsbedingten Stickoxidemissionen für vorgesehene Maßnahmen in Koblenz 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 NO₂-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 SO₂, 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 NO₂-Kurzzeitwert wird in Koblenz seit Jahren entsprechend den Messdaten nicht erreicht und nicht überschritten und in dieser Untersuchung nicht weiter behandelt.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m ³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für NO₂-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 -Jahresmittelwert 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 Koblenz als Verkehrsangaben basierend auf Zählraten 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.

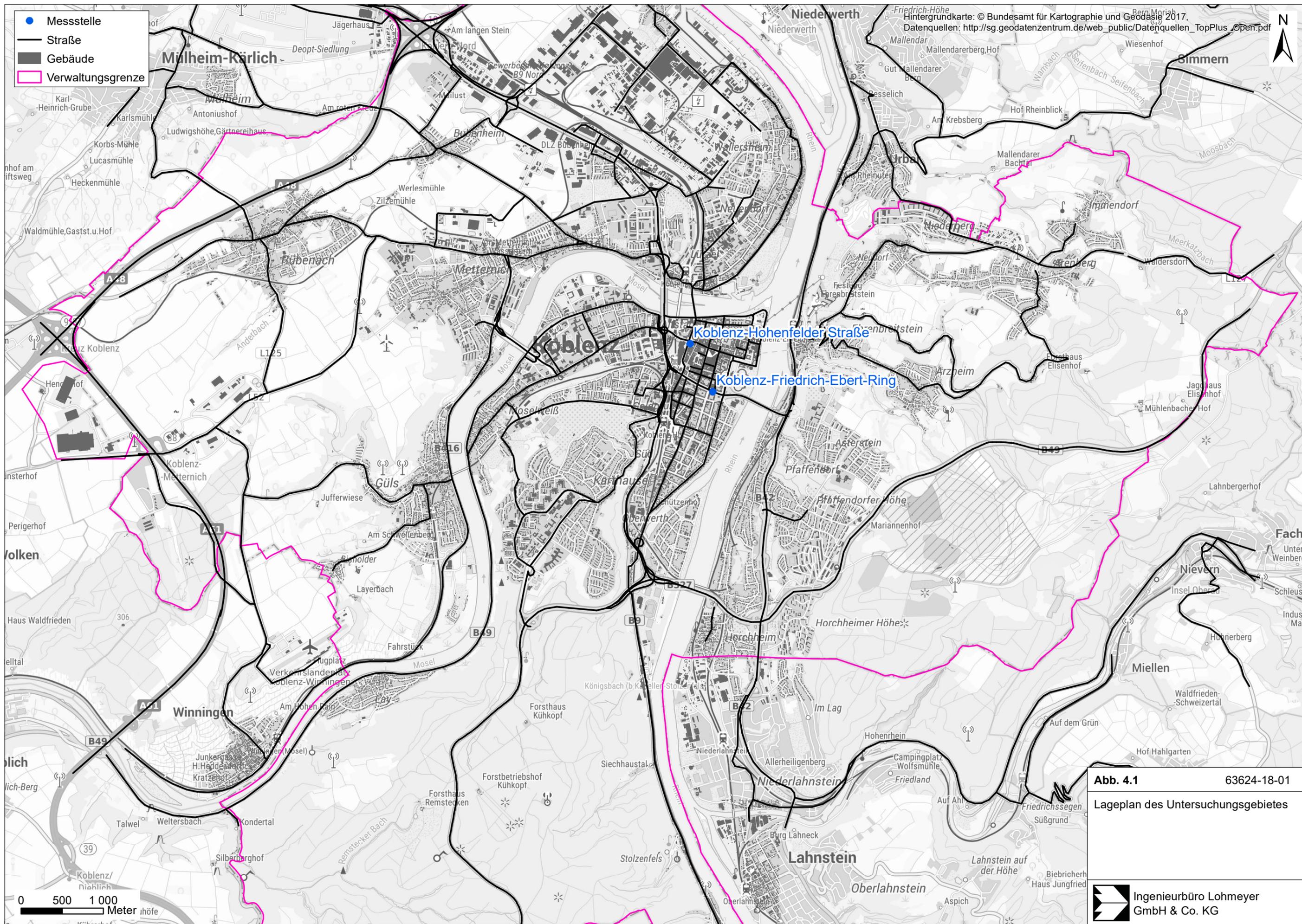
4.1 Verkehrsdaten des Straßennetzes

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden in Form ausgewerteter Zählraten als Netzbelastungsdaten zur Verfügung gestellt (Stadtverwaltung Koblenz). Das sind für das Untersuchungsgebiet mit Umgebung Angaben der Verkehrsstärken (DTV) für das Jahr 2012 und des LKW-Anteils, ergänzt um Verkehrsdaten von 2016.

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.

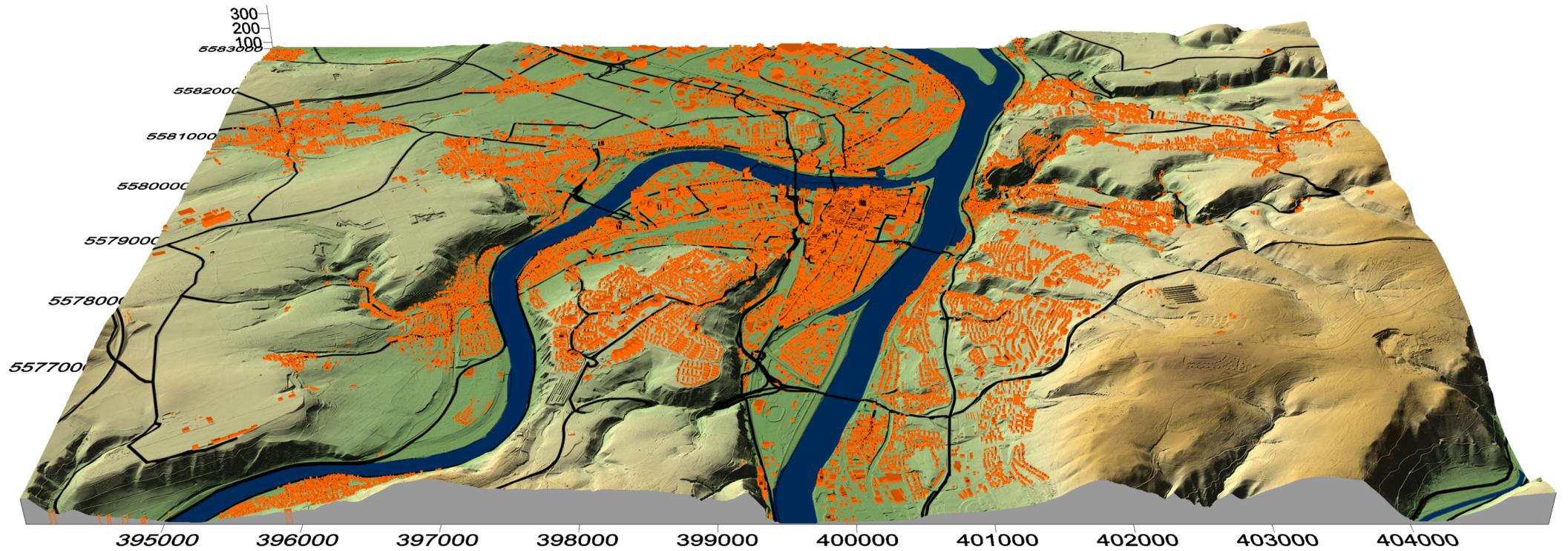
Für die Linienbusse wurden die Fahrpläne ausgewertet und den Straßenabschnitten als Angabe der werktäglichen Linienbusdaten zugeordnet. Diese sind im Überblick in **Abb. 4.4** aufgezeigt (die Legende für die Linienbusfahrten weicht von der für den Kfz-Verkehr trotz vergleichbarer Farbgebung ab).



Hintergrundkarte: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2017,
 Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf

Abb. 4.1 63624-18-01

Lageplan des Untersuchungsgebietes



-  Gebäude
-  Straße
-  Gewässer

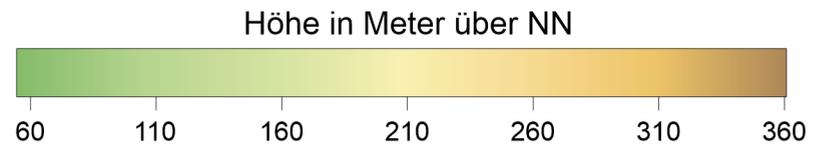
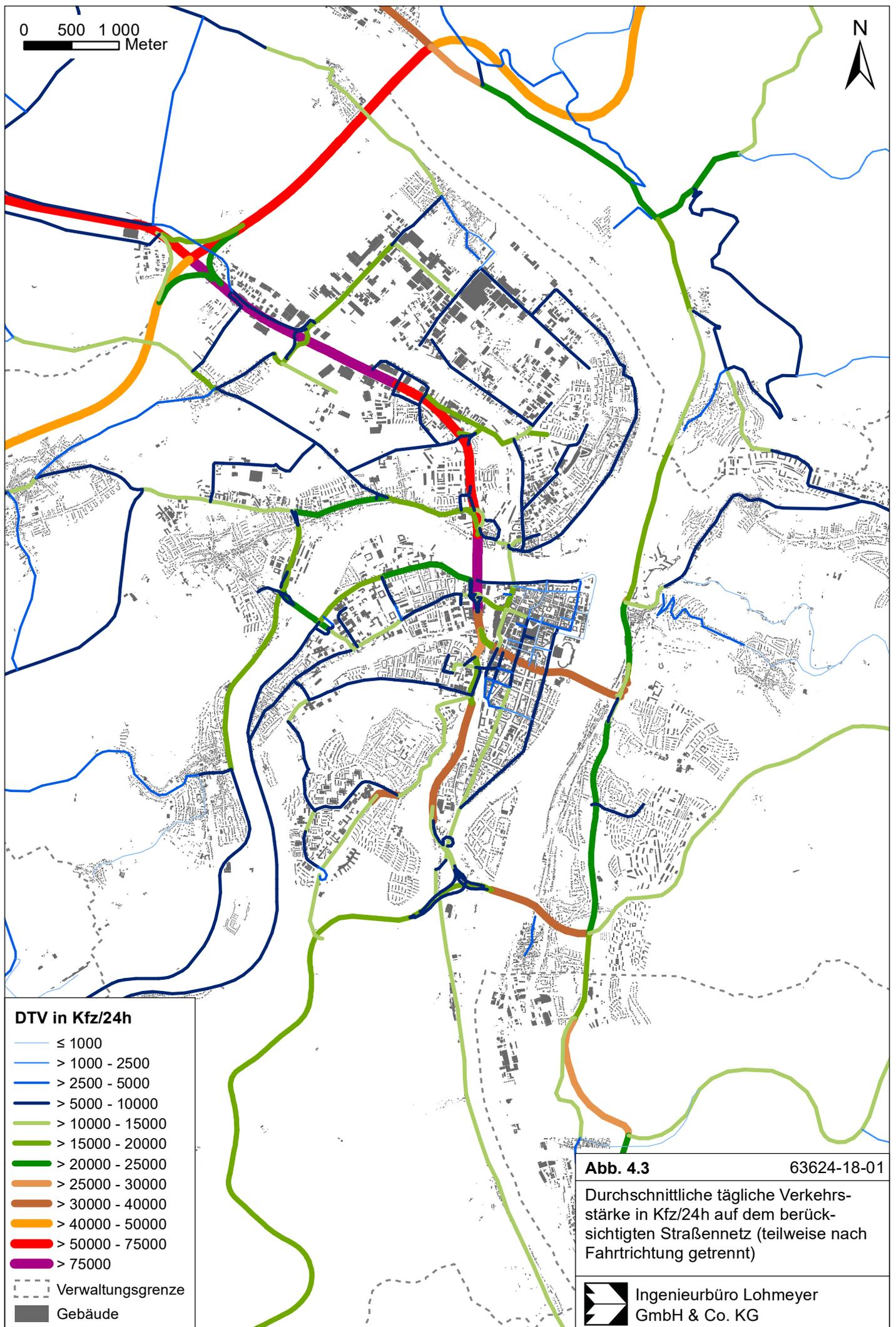


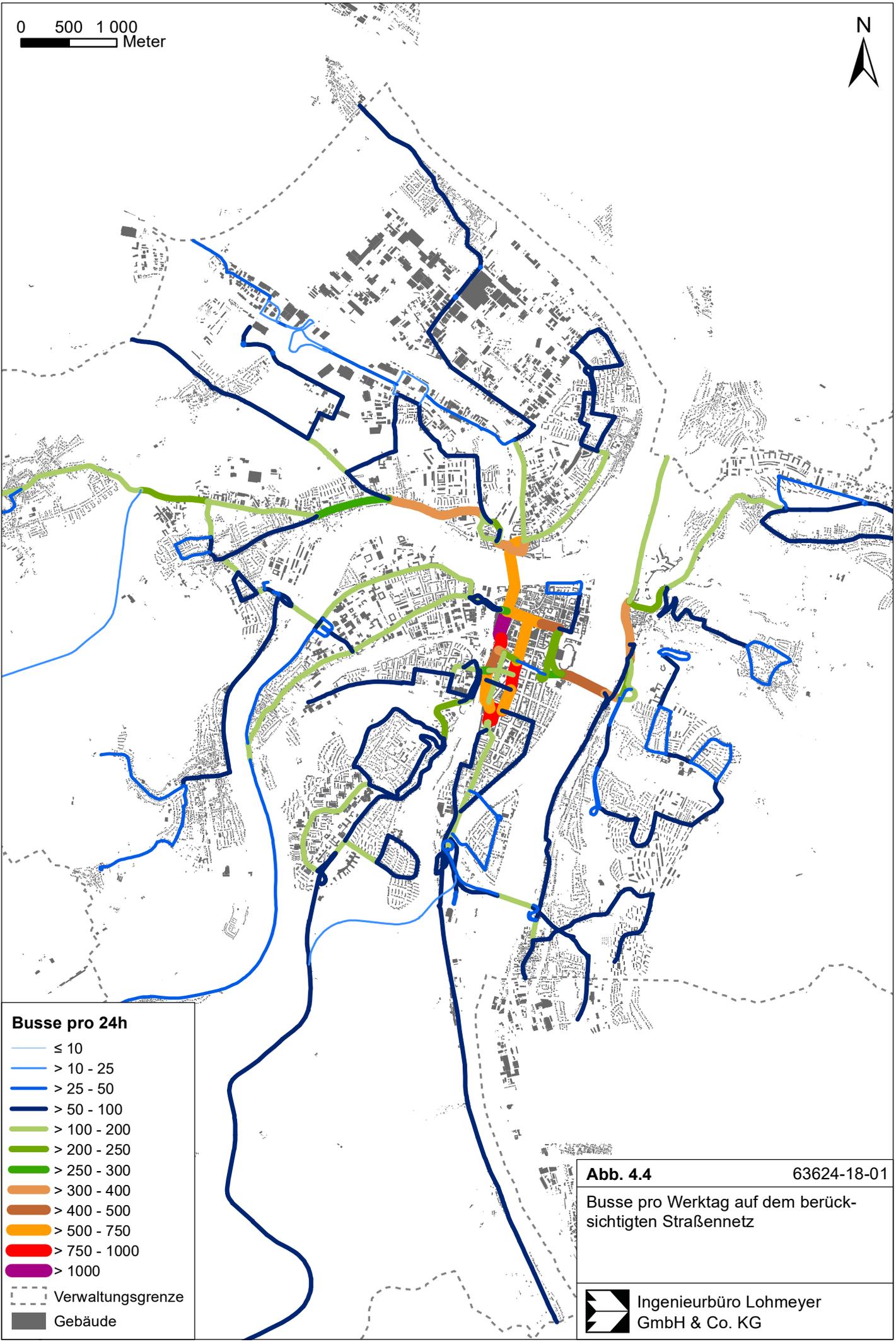
Abb. 4.2 63624-18-01

Perspektivische Darstellung des Siedlungsbereichs

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



0 500 1 000
Meter



Busse pro 24h

- ≤ 10
- > 10 - 25
- > 25 - 50
- > 50 - 100
- > 100 - 200
- > 200 - 250
- > 250 - 300
- > 300 - 400
- > 400 - 500
- > 500 - 750
- > 750 - 1000
- > 1000

- Verwaltungsgrenze
- Gebäude

Abb. 4.4

63624-18-01

Busse pro Werktag auf dem berücksichtigten Straßennetz



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 von Stationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD), die in der direkten Umgebung von Koblenz gelegen sind. Die Messstation in Koblenz wurde nur bis 1989 betrieben, sodass auf die alten Daten nicht für die Ausbreitungsrechnungen zurückgegriffen werden konnte. An der Messstation Bendorf, direkt östlich des zentralen Stadtgebietes von Koblenz liegen Messdaten bis 2011 vor. Mit der Lage am Rand des Beckens sind wenig ausgeprägte Hauptwindrichtungen erfasst (**Abb. 4.5**). Die mittlere Windgeschwindigkeit wurde in Messhöhe mit ca. 2.4 m/s erfasst.

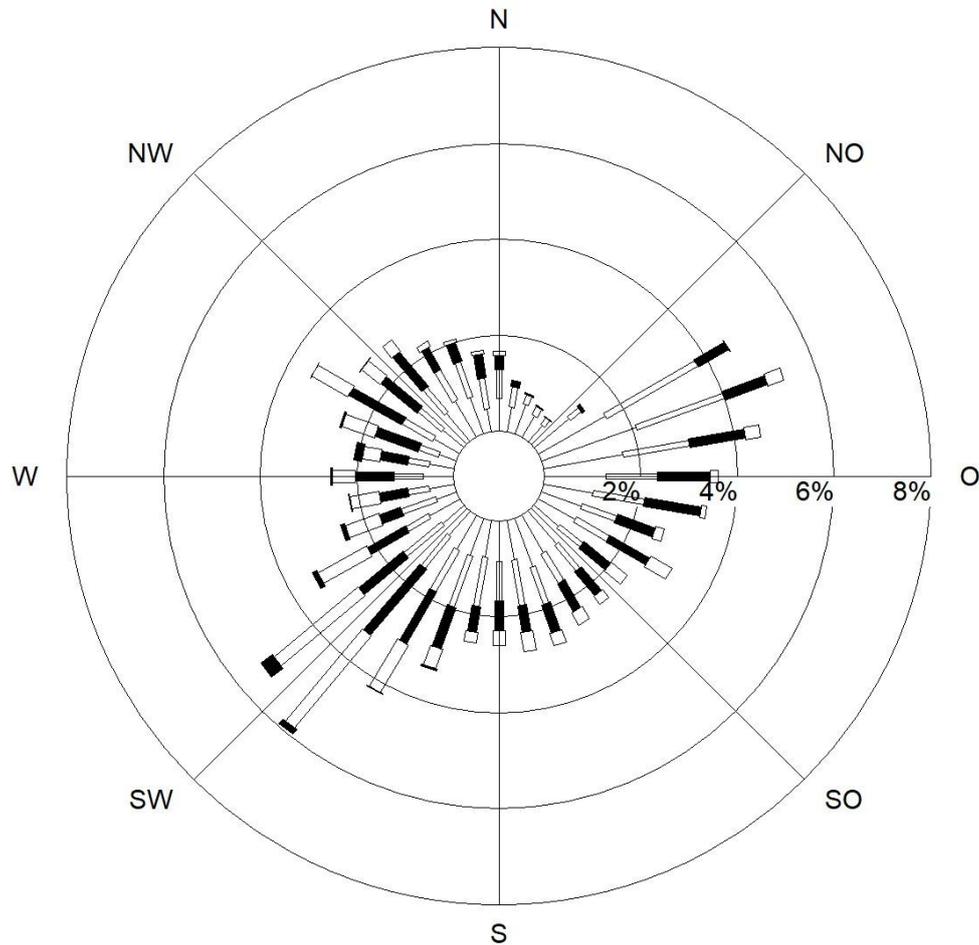
An der Station Andernach nordwestlich von Koblenz zeichnet sich die Windlenkung durch die Flusstäler Rhein im Nordwesten und Mosel im Südwesten sowie die Beckenlage im Osten bzw. Südosten ab (**Abb. 4.6**). Die mittlere Windgeschwindigkeit wurde in Messhöhe mit ca. 2.3 m/s erfasst.

Weiter liegen Messdaten an der Station Neuwied nördlich von Koblenz vor, die aufgrund der Höhenlage über dem Becken mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von ca. 2.9 m/s der Lage außerhalb des Beckens entspricht.

In Koblenz werden im Rahmen des Luftmessnetzes auch Winddaten erfasst, die aufgrund der umgebenden Bebauung nur kleinräumig repräsentativ sind und mittlere Windgeschwindigkeiten unter 2 m/s aufweisen.

Für das Untersuchungsgebiet werden die in Beckenlage erfassten Winddaten des DWD unter Berücksichtigung der im Untersuchungsgebiet vorliegenden Rauigkeiten herangezogen.

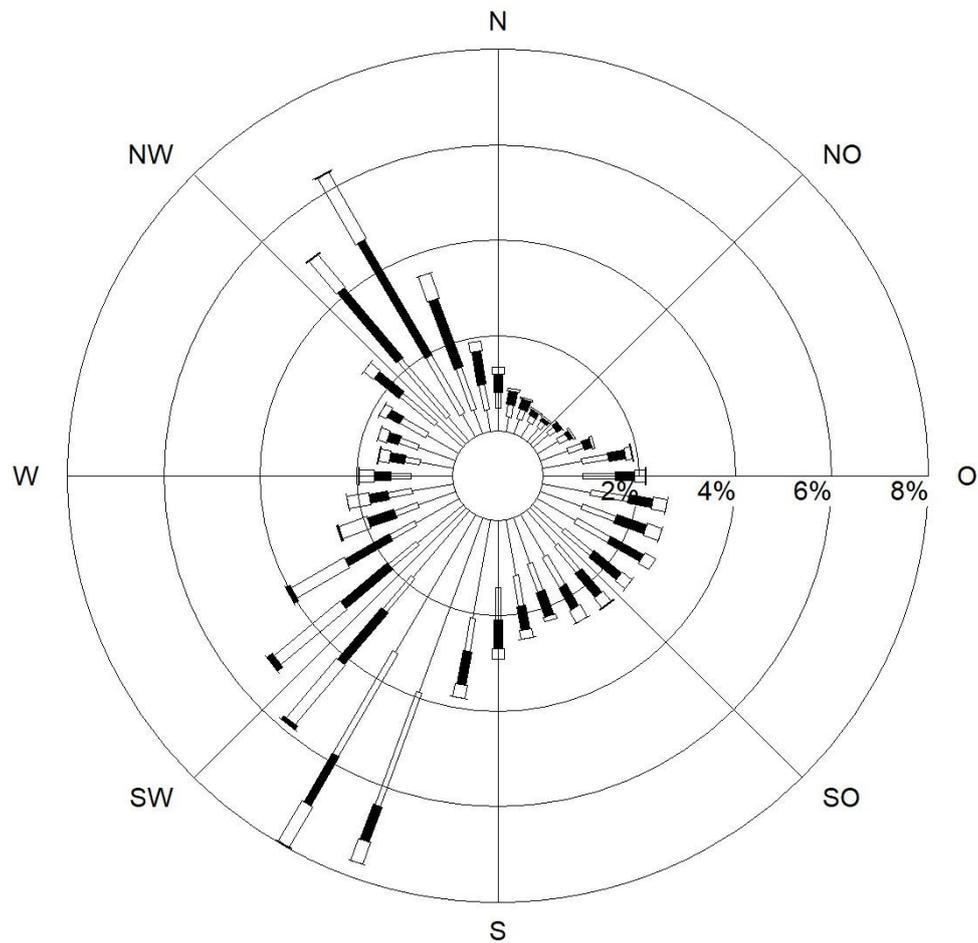
Windverteilung in Prozent



Station	: Bendorf	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 12.0 m	I : 28.0 %	▬	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 2.4 m/s	II : 16.5 %	■	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1 : 38.6 %	▨	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 15.6 %	■	7.0 bis 10 m/s
		IV : 1.0 %	□	größer 10 m/s
		V : 0.3 %		

Abb. 4.5: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Messstation Bendorf, Zeitraum 2001-2011 (Quelle: DWD)

Windverteilung in Prozent



Station	: Andernach	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10.0 m	I : 13.6 %	▬	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 2.3 m/s	II : 25.4 %	■	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1 : 36.1 %	▨	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 14.8 %	■	7.0 bis 10 m/s
		IV : 6.7 %	▨	größer 10 m/s
		V : 3.4 %	▨	

Abb. 4.6: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Messstation Andernach, Zeitraum 2011-2017 (Quelle: DWD)

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 Rheinland-Pfalz betreibt das Luftüberwachungssystem ZIMEN. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LfU, 2007 – 2017). Die Kenngrößen für das Jahr 2017 sind von der LfU derzeit als vorläufig in Form eines Kurzberichts veröffentlicht. (LfU, 2018). Die Daten werden ergänzt durch die Angaben der Luftmessstation Limburg des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLUNG) aus den entsprechenden Jahresberichten.

In Koblenz werden zwei Luftmessstationen betrieben, die verkehrsnah an der Hohenfelder Straße und dem Friedrich-Ebert-Ring gelegen sind. In der weiteren Umgebung erfolgen in Neuwied, ca. 10 km nordwestlich, in Westerwald-Neuhäusel, ca. 12 km nordöstlich sowie in Limburg, ca. 30 km östlich kontinuierliche Luftschadstoffmessungen durch das LfU-Rheinland-Pfalz und das HLUNG.

Die vorliegenden Daten von Koblenz und umliegenden Messstationen sind für den Schadstoff NO₂ auszugsweise in **Tab. 4.1** aufgeführt.

Schadstoffkomponente	Jahr	Koblenz Friedrich-Ebert-Ring	Koblenz-Hohenfelder Straße	Neuwied-Hafenstraße	Neuwied-Hermannstraße	Westerwald-Neuhäusel	Limburg
NO ₂ -Jahresmittelwert	2008	38	46	28	33	12	27
	2009	40	46	29	31	12	29
	2010	42	45	29	31	14	28
	2011	37	46	27	31	13	28
	2012	39	50	26	30	11	26
	2013	39	45	24	29	11	26
	2014	37	46	24	27	10	25
	2015	-	45	23	28	10	25
	2016	35	43	22	27	8	23
	2017	v34	v40	v23	v27	v8	22

Tab. 4.1: Messwerte an den Stationen in Koblenz und Umgebung, LfU (2007 – 2017), LfU (2018), HLUNG (2007 – 2018).

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 NO₂-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 Koblenz und Umgebung wird der Hintergrundbelastungswert der **Tab. 4.2** für den NO₂-Jahresmittelwert abgeleitet. Bei der Ableitung wurde beachtet, dass im Untersuchungsgebiet die wesentlichen Beiträge der Hauptverkehrsstraßen in den Berechnungen berücksichtigt werden.

Schadstoff	Hintergrundbelastung in µg/m ³
NO ₂ -Jahresmittel	22

Tab. 4.2: Hintergrundbelastungswert 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 NO₂ erreicht, weshalb für Koblenz NO₂ betrachtet wird. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Feinstaub (PM10 und PM2.5), Benzol, SO₂, CO, Blei, etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten in Koblenz 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 (INfz) 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 Koblenz Stadt und den Regierungsbezirk Koblenz 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 aufwies, 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 bzw. benachbarten Kreise von Hessen (Limburg-Weilburg), erweitert. Diese sind in **Abb. 5.1** aufgezeigt.

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.

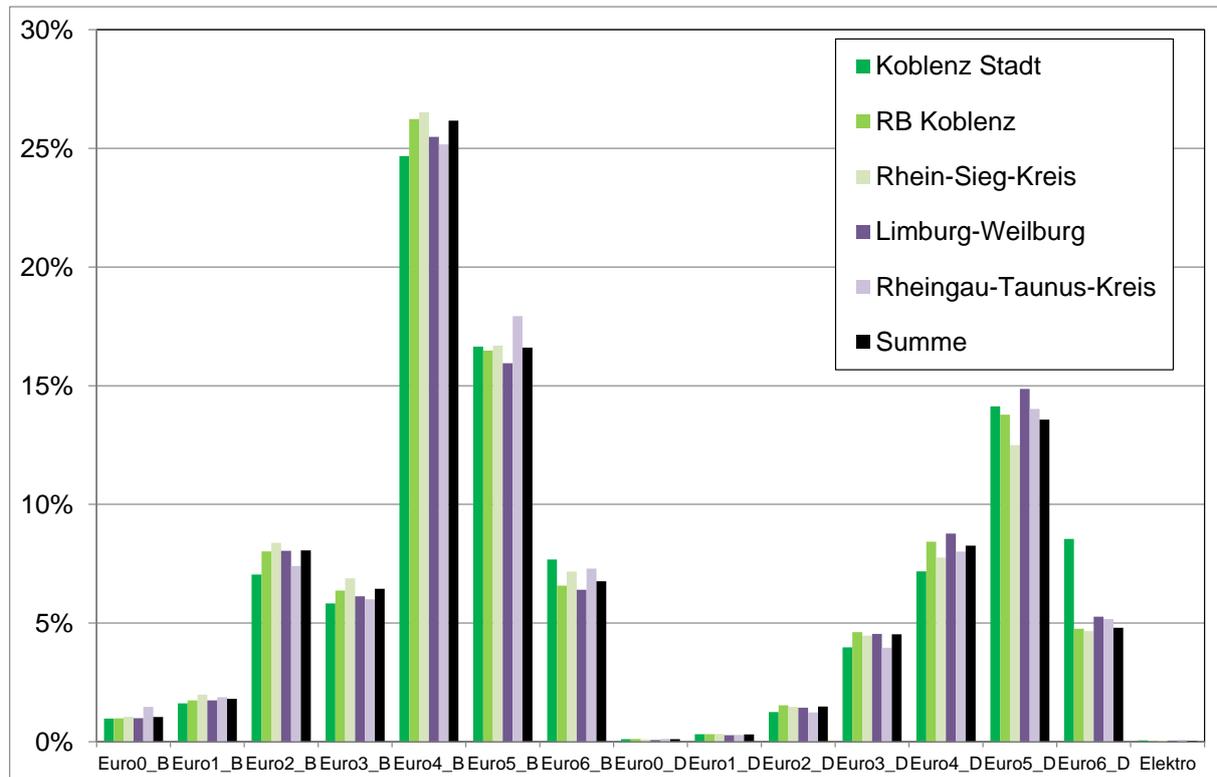


Abb. 5.1: PKW-Flottenzusammensetzung 2017 für Koblenz Stadt, Regierungsbezirk Koblenz und umliegende Kreise

Für die Linienbusse wurden Angaben über die eingesetzten Fahrzeuge durch die EVM Verkehrs GmbH zur Verfügung gestellt. Das sind die Nennung von insgesamt 81 Fahrzeugen unterteilt nach Euro-Stufen sowie die erfasste Jahresfahrleistung der genannten Fahrzeuge. Für die Einbindung in die vorliegende Untersuchung wurde auf die anteilige Verteilung der Jahresfahrleistungen zurückgegriffen, die in **Abb. 5.2** dargestellt ist. Im Verkehrsentwicklungsplan Koblenz wird aufgeführt, dass insgesamt 150 Linienbusse in Betrieb sind, d.h. neben den genannten noch Fahrzeuge anderer Betreiber. Dafür wurde eine analoge Verteilung auf die Euro-Stufen ausgegangen.

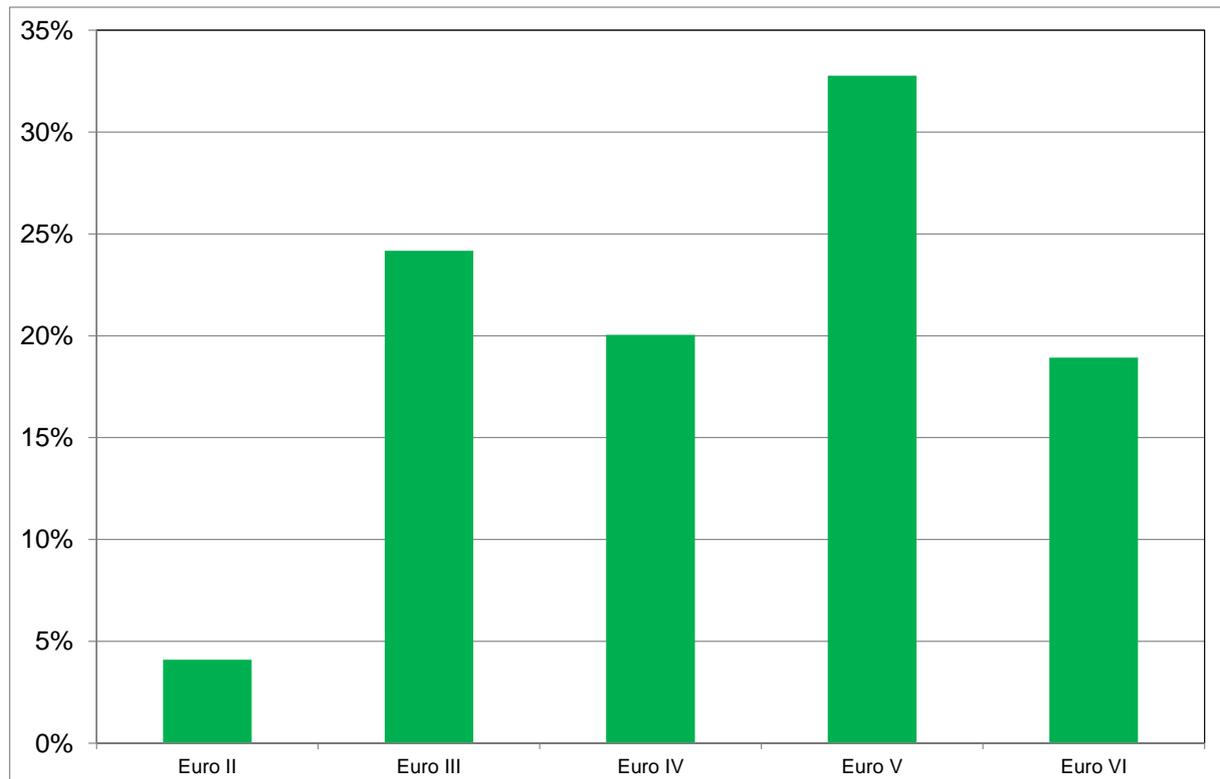


Abb. 5.2: Linienbusfahrleistung nach Flottenzusammensetzung 2017 für Koblenz

5.2.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren

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, INfz, 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	
AB100:	Autobahn, Tempolimit 100 km/h	
AB80:	Autobahn, Tempolimit 80 km/h	
AO-HVS100:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 100 km/h
AO-HVS80:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 80 km/h
AO-HVS70:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 70 km/h,
AO-HVS70d:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS60:	Innerstädtische Hauptverkehrsstraße,	Tempolimit 60 km/h
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-NS50:	Innerstädtische Nebenstraße,	Tempolimit 50 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. Diese relativen Korrekturen und Anpassungen werden hier auch auf die leichten Nutzfahrzeuge angewendet und berücksichtigen für Koblenz die an der Messstation Andernach des Deutschen Wetterdienstes (DWD) erfassten stündlichen Zeitreihen der Lufttemperatur im Zeitraum 2011 bis 2017 (Quelle DWD) mit einer mittleren Lufttemperatur von 10.9°C.

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}	
		LV	SV	LV	SV
	PKW				
AB>130	142.6	0.830	0.995	0.2755	0.1333
AB100	102.0	0.356	0.997	0.1158	0.1337
AB80	82.8	0.293	1.067	0.0944	0.1404
AO-HVS100	94.0	0.376	1.321	0.1207	0.1695
AO-HVS80	76.1	0.305	1.435	0.0975	0.1812
AO-HVS70	67.0	0.289	1.602	0.0928	0.1948
AO-HVS70d	53.8	0.376	1.994	0.1200	0.2366
IOS-HVS60	52.0	0.367	2.084	0.1129	0.2749
IOS-HVS50	44.9	0.371	2.669	0.1130	0.3579
IOS-HVS50d	37.0	0.410	3.262	0.1260	0.4259
IOS-HVS50g	30.8	0.470	3.487	0.1450	0.4712
IOS-Sam50	46.6	0.391	2.589	0.1174	0.3487
IOS-Sam50d	34.2	0.437	3.316	0.1317	0.4316
IOS-NS50	45.6	0.388	3.149	0.1079	0.4068
IOS-NS30	30.9	0.549	4.626	0.1587	0.6414
IOS-NS30d	26.9	0.486	4.816	0.1376	0.6689

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	Geschwindigkeit	NO _x		NO _{2,direkt}	
	PKW	LV	SV	LV	SV
AB>130	142.6	0.669	0.509	0.2181	0.0863
AB100	102.0	0.302	0.511	0.0963	0.0865
AB80	82.8	0.251	0.530	0.0790	0.0877
AO-HVS100	94.0	0.326	0.804	0.1032	0.1166
AO-HVS80	76.1	0.265	0.865	0.0835	0.1238
AO-HVS70	67.0	0.248	0.959	0.0785	0.1331
AO-HVS70d	53.8	0.328	1.194	0.1031	0.1628
IOS-HVS60	52.0	0.318	1.331	0.0964	0.1985
IOS-HVS50	44.9	0.320	1.733	0.0962	0.2643
IOS-HVS50d	37.0	0.352	2.117	0.1067	0.3171
IOS-HVS50g	30.8	0.405	2.307	0.1233	0.3588
IOS-Sam50	46.6	0.339	1.676	0.0999	0.2559
IOS-Sam50d	34.2	0.375	2.153	0.1112	0.3216
IOS-NS50	45.6	0.337	2.036	0.0917	0.3019
IOS-NS30	30.9	0.475	3.121	0.1346	0.5010
IOS-NS30d	26.9	0.418	3.255	0.1159	0.5240

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

6 NO₂-IMMISSIONEN UND MASSNAHMENBETRACHTUNGEN

Für das Hauptverkehrsstraßennetz von Koblenz erfolgt auf der Grundlage der Verkehrsdaten eine Emissionsberechnung. 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 NO₂-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.

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 „NO₂-Immissionen für den Bestand 2017“, für den Prognosenullfall in Kapitel 6.2 „NO₂-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 Koblenz und sind im Kapitel 6.5 „Kleinräumig begrenzte Maßnahmen“ beschrieben und zusammengefasst.

6.1 NO₂-Immissionen für den Bestand 2017

In einem ersten Schritt werden die berechneten NO₂-Konzentrationen an den Messstandorten von Koblenz aufgezeigt. **Abb. 6.1** zeigt den berechneten NO₂-Jahresmittelwert 2017 und die gemessenen Jahresmittelwerte für 2016 und 2017. Dabei stimmen die berechneten Jahresmittel zufriedenstellend mit den gemessenen überein.

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 NO₂-Jahresmittelwerte wird mit roter Farbe belegt.

Für den derzeitigen Zustand sind die berechneten NO₂-Immissionen in **Abb. 6.2** dargestellt. Nachdem innerhalb vom zentralen Siedlungsgebiet etliche Straßenzüge Verkehrsbelegungen über 20 000 Kfz/24 h und Randbebauung aufweisen, sind dort bei entsprechend engen Straßenraumverhältnissen NO₂-Konzentrationen über 40 µg/m³ berechnet. Vereinzelt werden an der Randbebauung von stark frequentierten Straßenabschnitten NO₂-Konzentrationen über 50 µg/m³ berechnet.

6.2 NO₂-Immissionen für den Prognosenullfall 2020

Für den Prognosenullfall 2020, d.h. die Fortschreibung der Kfz-Flottenzusammensetzung auf das Jahr 2020 und dem vermehrten Einsatz von schadstoffgeminderten Motorkonzepten bei unveränderter Verkehrsstärke, sind deutlich geringere NO₂-Konzentrationen berechnet.

Abb. 6.3 zeigt die berechneten NO₂-Jahresmittelwerte für 2017 und 2020 sowie die gemessenen. An dem Messstandort Koblenz-Hohenfelder Straße mit deutlichem verkehrsbedingten Beitrag an der Gesamtbelastung sind um ca. 3 µg/m³ verringerte NO₂-Jahresmittelwerte von 37 µg/m³ prognostiziert.

In **Abb. 6.4** sind die berechneten NO₂-Immissionen für den Prognosenullfall 2020 unter Annahme unveränderter Verkehrsbelegungsdaten dargestellt. Gegenüber dem Bestand sind durchweg geringere NO₂-Konzentrationen an den Straßenabschnitten berechnet; nicht an allen Straßenabschnitten ist jedoch eine Konzentration unter 40 µg/m³ abzuleiten.

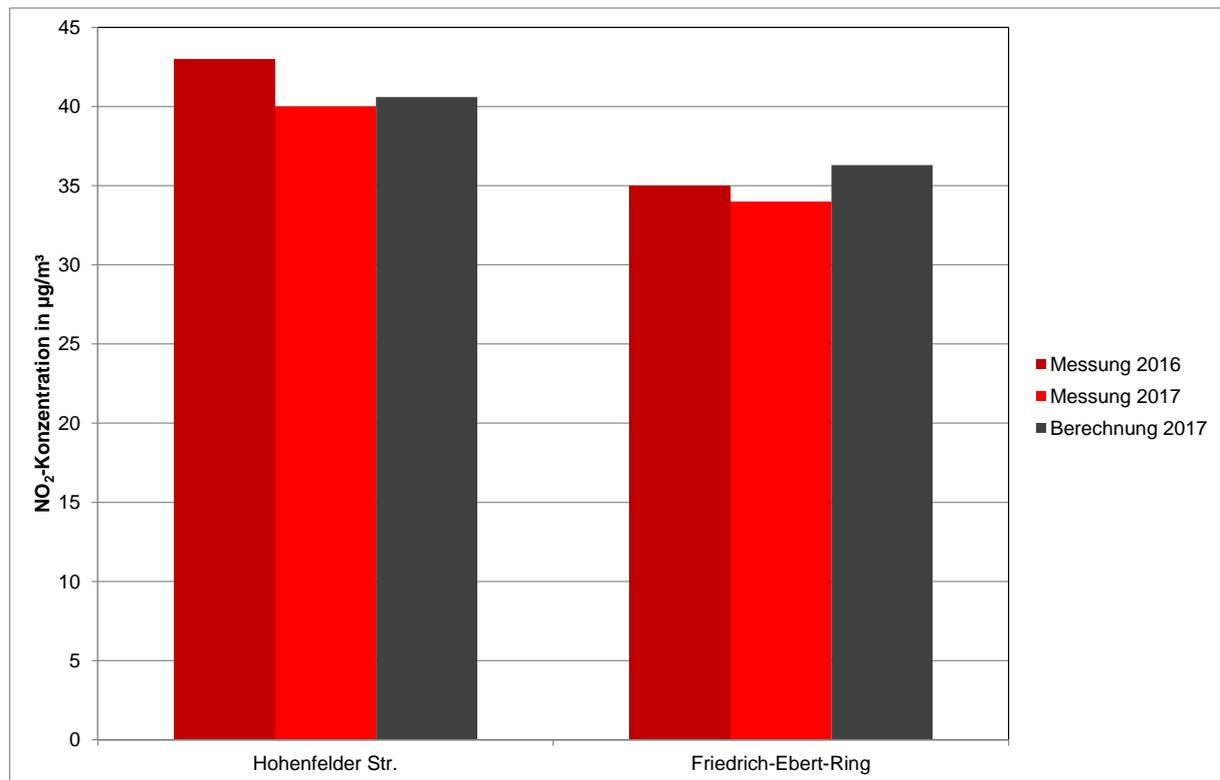
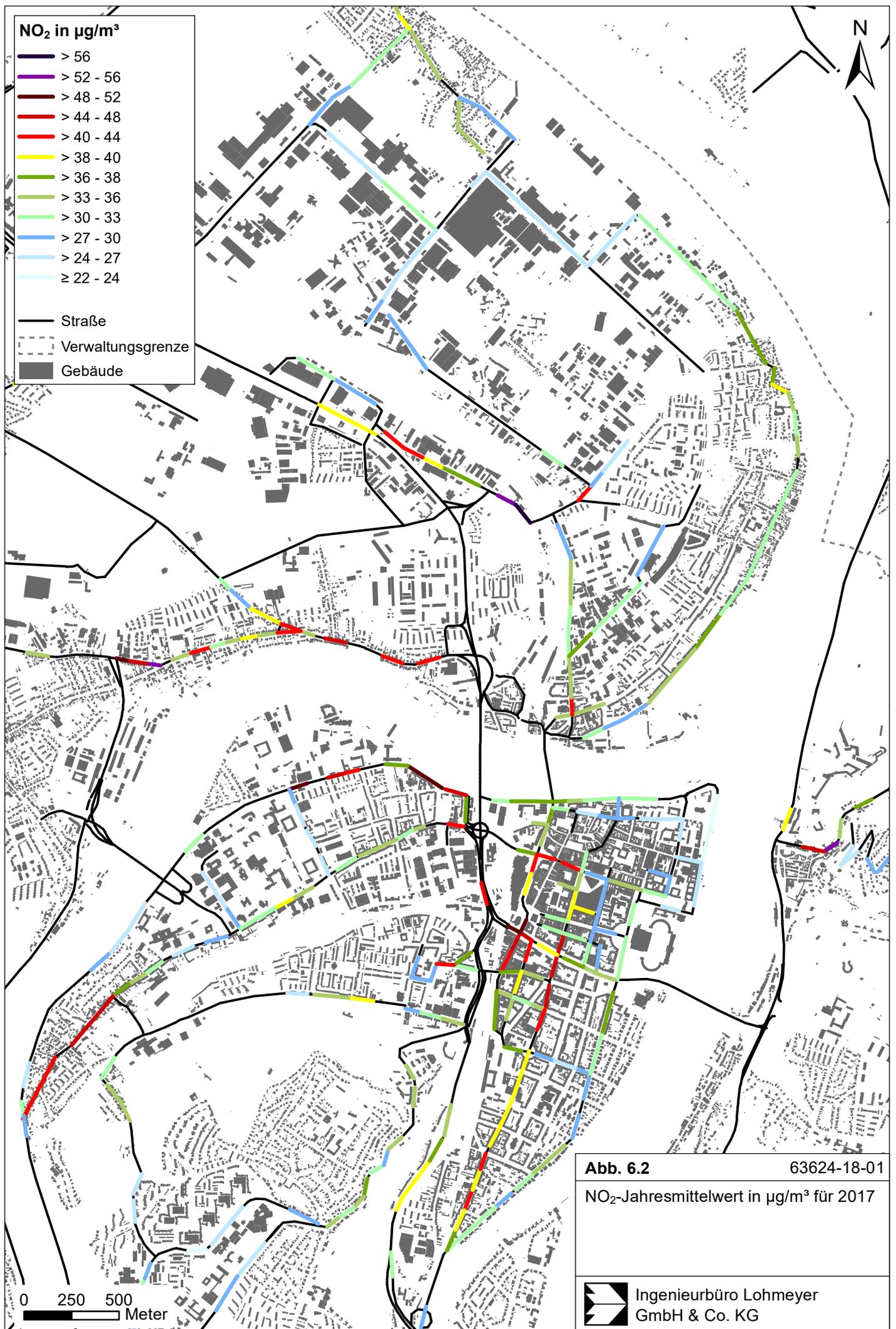


Abb. 6.1: NO₂-Messwerte 2016 und 2017 sowie berechneter NO₂-Jahresmittelwert 2017 an den Messstellen in Koblenz.



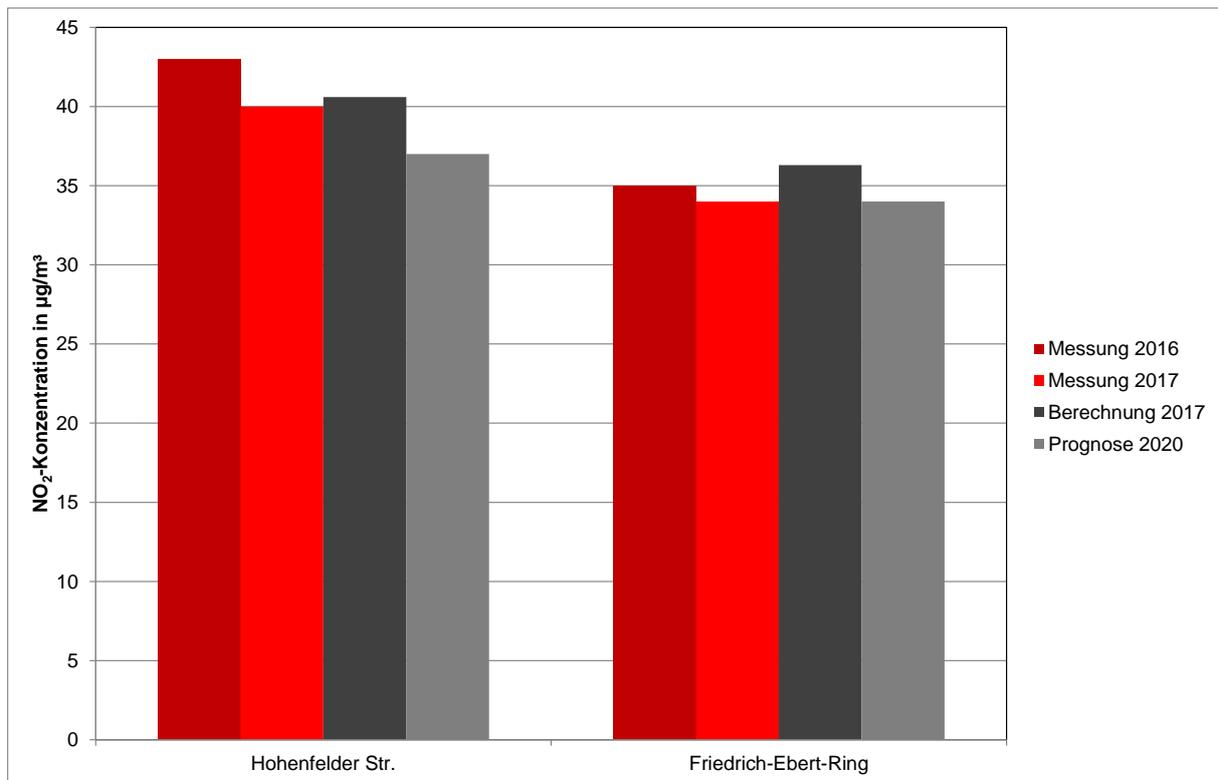
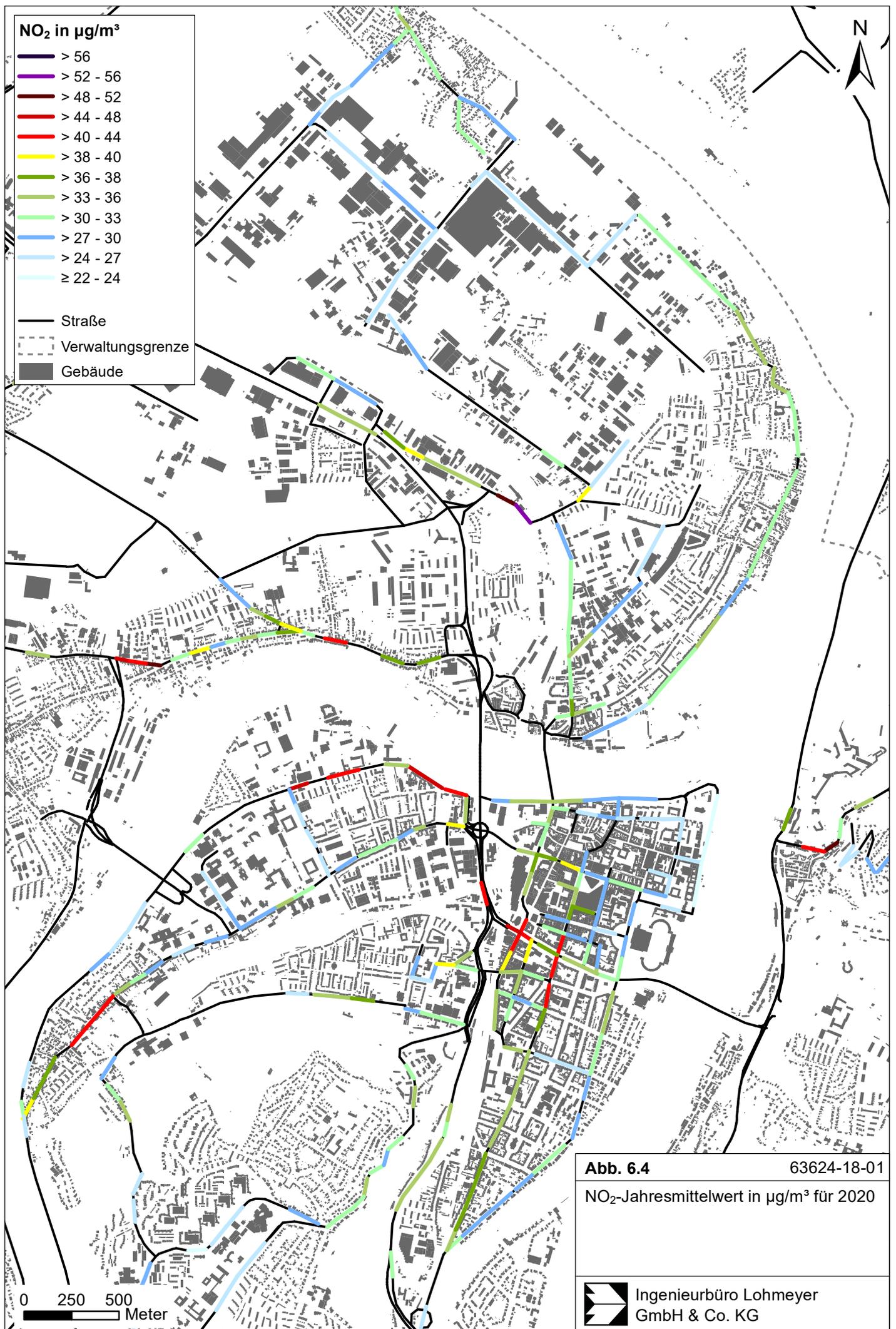


Abb. 6.3: NO₂-Messwerte 2016 und 2017 sowie berechnete NO₂-Jahresmittelwerte für 2017 und die Prognose 2020 an den Messstellen in Koblenz.



6.3 Maßnahmenbetrachtung straßennetzweit

6.3.1 Linienbusse

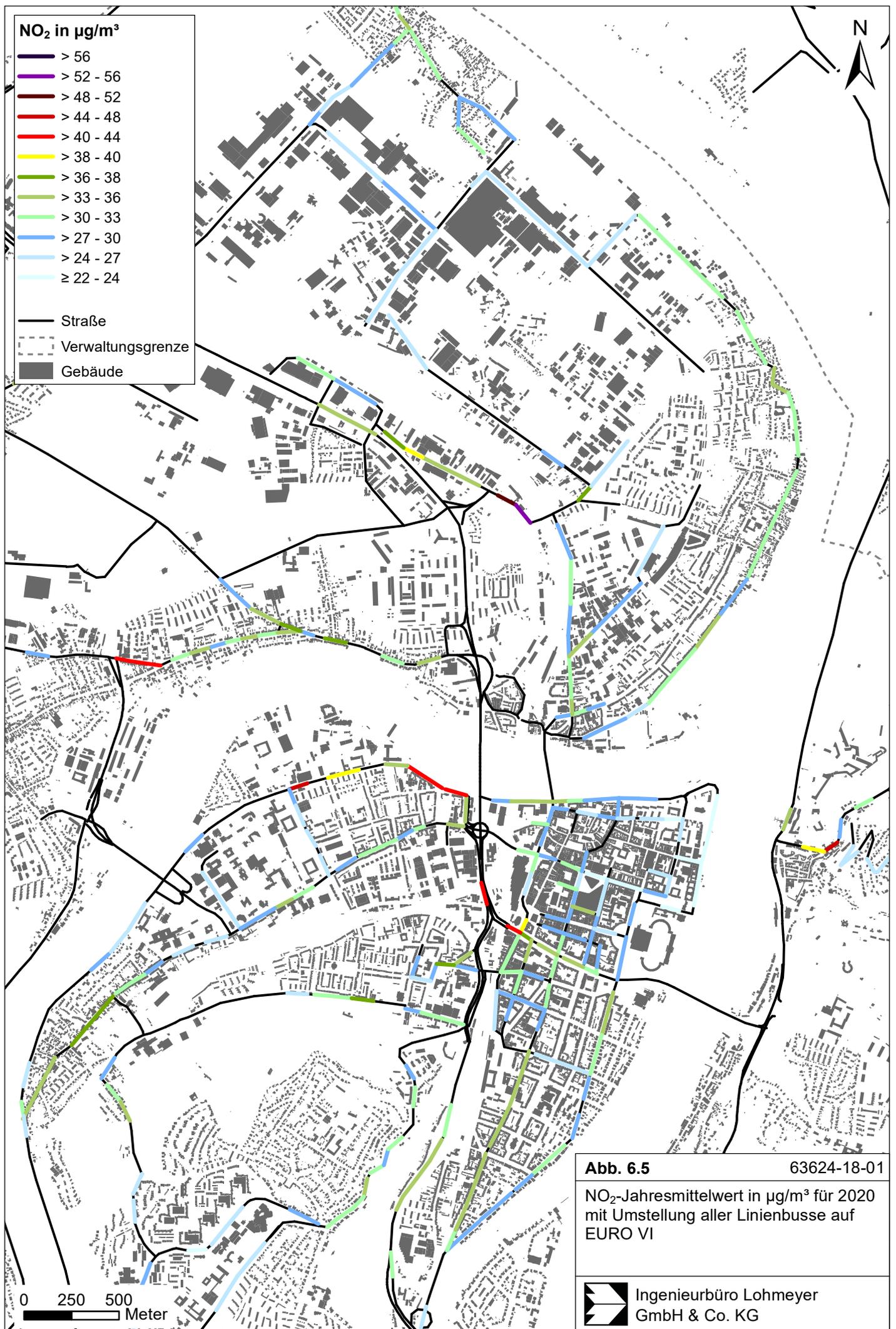
Für die Linienbusse sind zwei Maßnahmenpakete angedacht. Einmal eine Ausstattung eines Teils der Busse mit Elektroantrieb. Als davon abweichende Maßnahme ist eine Überführung aller Diesellinienbusse in Motoren der Euro VI-Stufe zu betrachten.

Die Abbildung dieser Maßnahme mit kompletter Umstellung auf Linienbusse auf Euro VI-Ausstattung wurde für das Jahr 2020 durchgeführt. Das Ergebnis ist in **Abb. 6.5** aufgezeigt und zeigt entlang den Fahrstrecken der Busse Minderungen, die im Mittel an den Streckenabschnitten entlang der Linienbusstrecken mit Randbebauung etwas über $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen und bis zu $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 Verdichtung der Taktzeiten und Ausweitung des Bedienungszeitraumes (Schwachlastzeiten und Nachtbusverkehr), dynamische Fahrgastinformation in Echtzeit, behindertengerechte Haltestellen, Fahrpreissenkungen im städtischen ÖPNV, Einführung eines elektronischen E-Ticket-Erfassungs- und Abrechnungssystems (Erweiterung des bestehenden Koblenzer E-Tickets) sowie Erweiterung des ÖPNV mit Integration alternativer Angebote wie Seilbahn, Personenfähren, Wassertaxen etc. Dadurch Steigerung des Angebots im ÖPNV und interessanter Lückenschluss, Attraktivitätssteigerung.

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).



In der vorliegenden Untersuchung werden für die Maßnahmen mit Attraktivierung des ÖPNV und Erweiterung des ÖPNV 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. 6.6** dargestellt und führen zu geringen Abnahmen, die mit weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet sind.

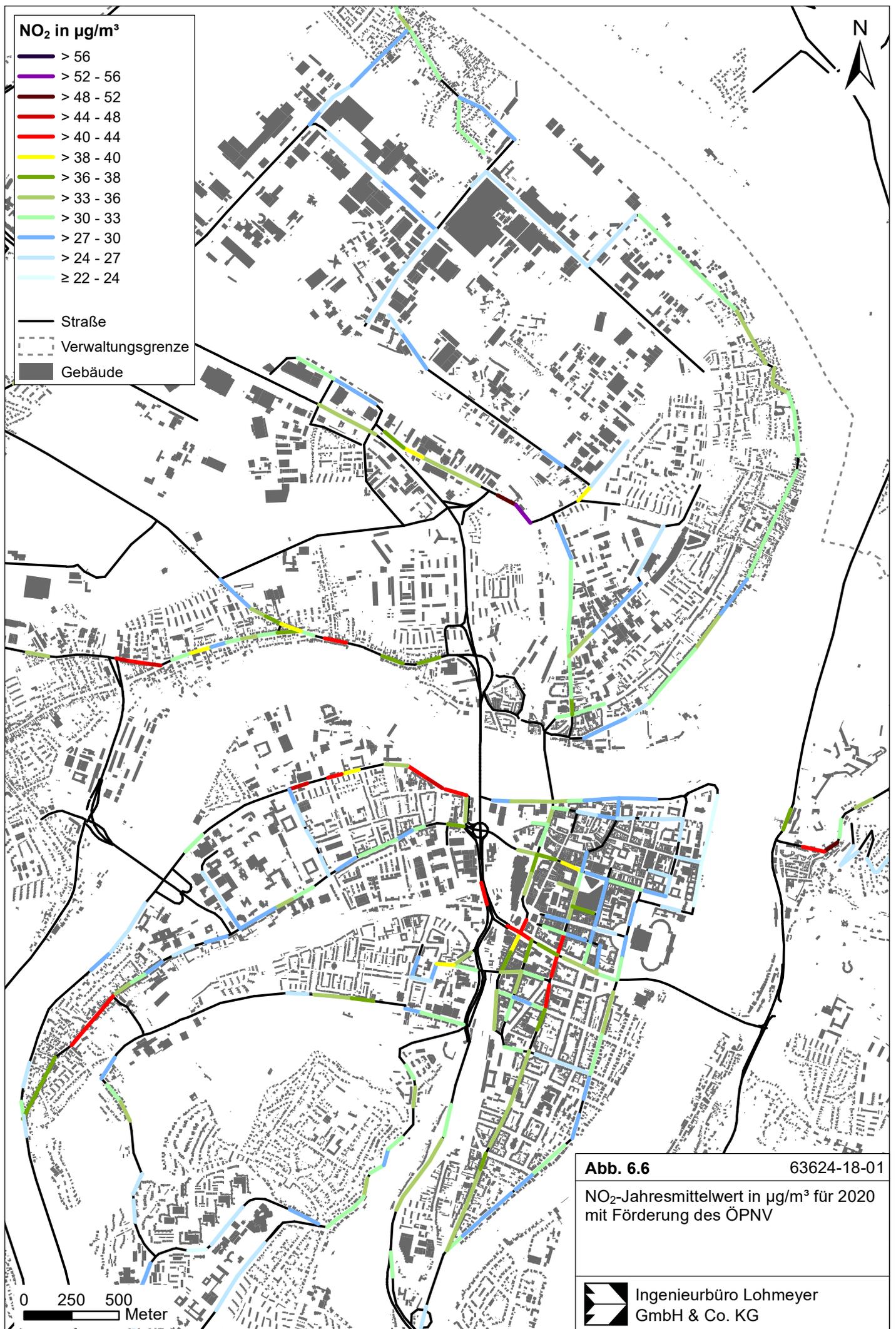
6.3.3 Einrichtung von Mobilitätsstationen

Der Schwerpunkt „Mobilitätsstationen“ umfasst Maßnahmen zur Vernetzung der Verkehrsträger mittels Errichtung sog. Mobilitätsstationen an geeigneten ÖPNV-Haltestellen. Diese bündeln wichtige Informationen zusätzlicher Angebote wie Carsharing, Bike+Ride-Stationen, E-Ladesäulen und enthalten Serviceangebote. Die Angebote können über eine einheitliche Mobilitätsplattform gebucht werden und fördern eine multimodale Verkehrsmittelnutzung.

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 Koblenz 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 Koblenz 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. 6.7** dargestellt und führen zu Abnahmen, die im Mittel weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ umfassen.

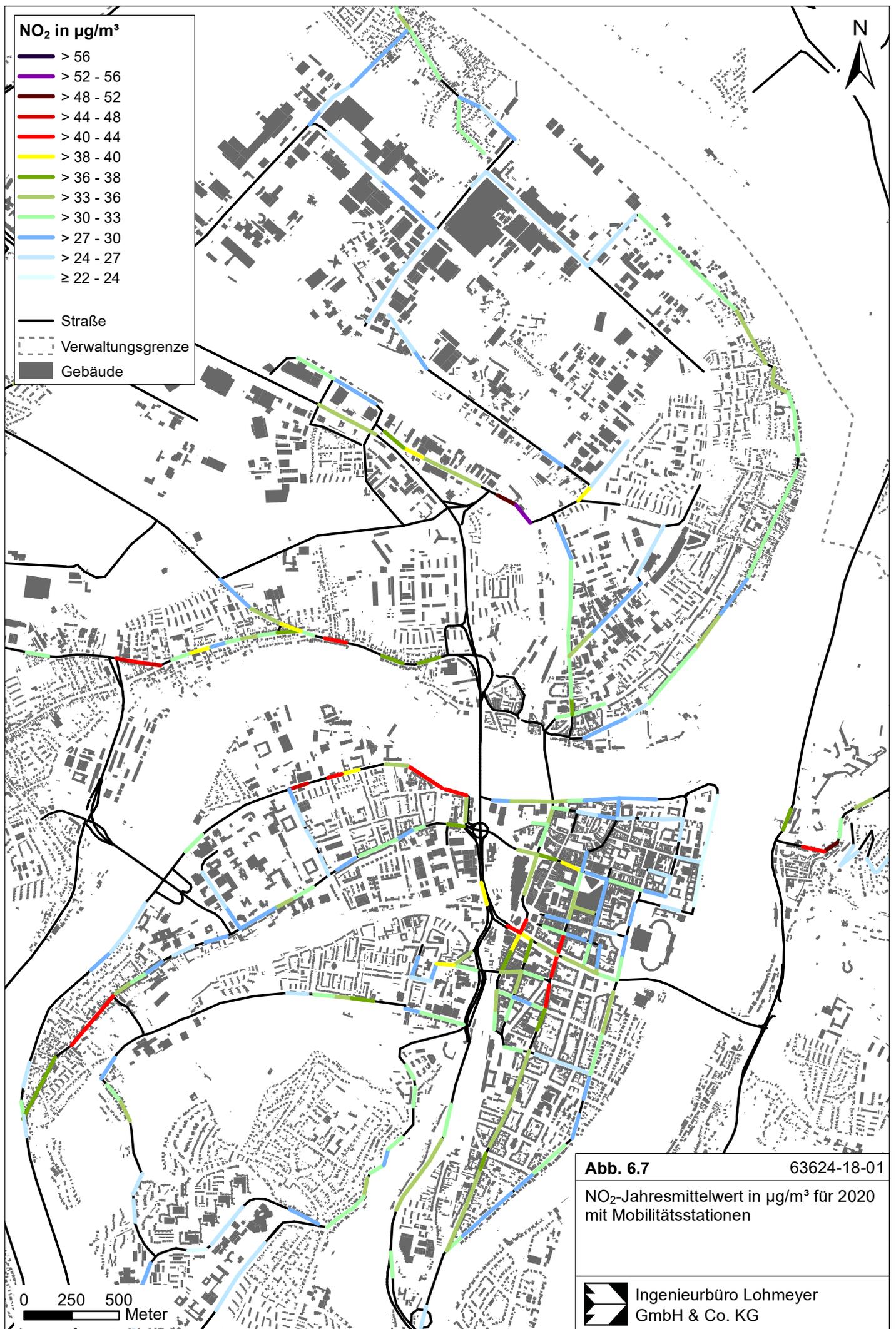
6.3.4 Förderung und Ausbau des Radverkehrs

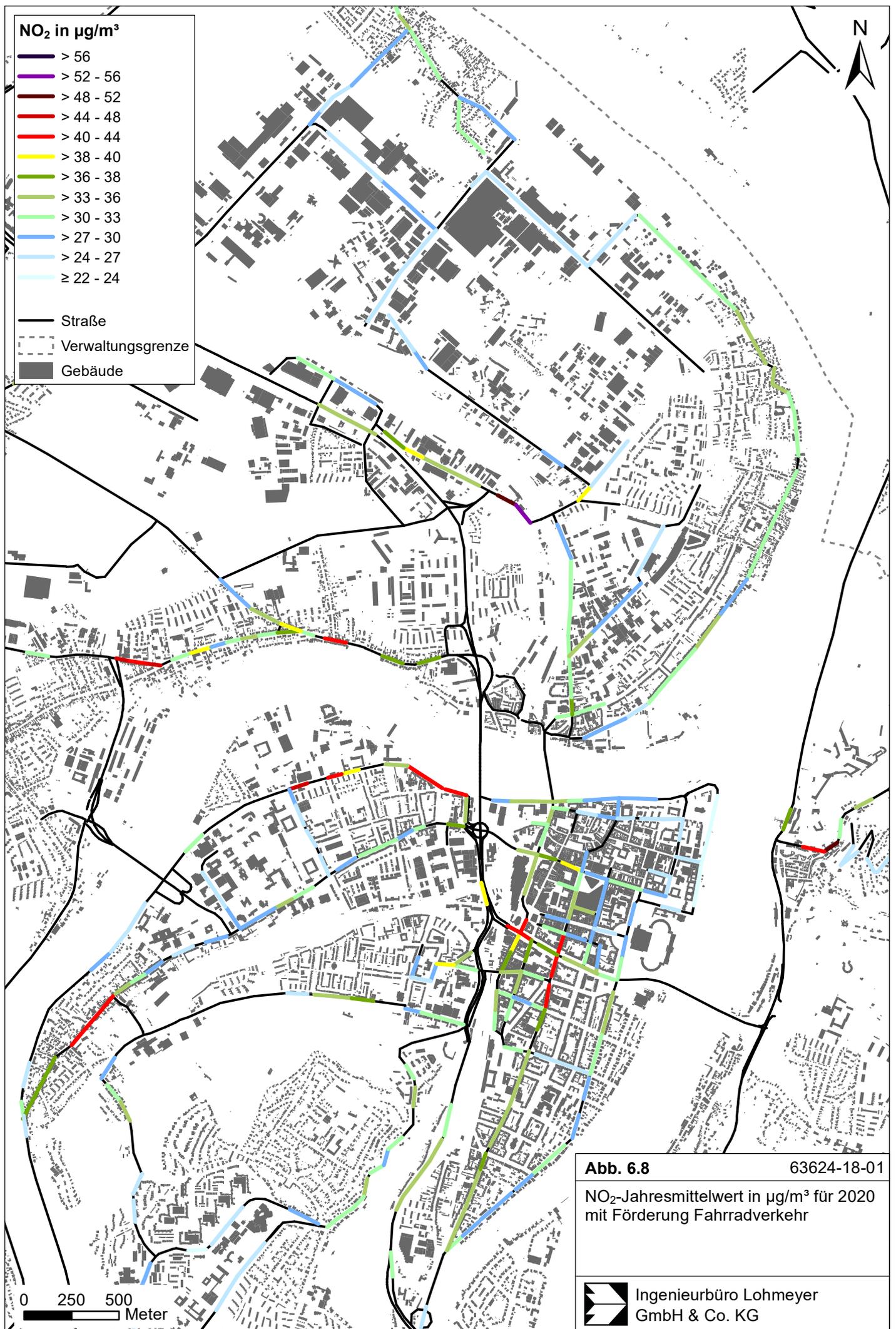
Der Schwerpunkt „Radverkehr“ umfasst verschiedene Maßnahmen, wie die Ausweisung von fahrradfreundlichen Hauptrouten zum und im Zentrum, Errichtung der Fahrradstation am Hauptbahnhof mit Serviceangebot, Konzeption von Radschnellwegen zwischen Umland und Stadt, Verbreiterung der Geh- und Radwegeanlage Horchheimer Eisenbahnbrücke (Oberstromseite) etc.

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 die zentralen Stadtteile von Koblenz angewendet.

Mit Ausnahme von für Radverkehr nicht freigegebenen Straßen 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. 6.8** dargestellt und führen in dem für die Maßnahme angesetzten inneren Bereich zu geringen Abnahmen, die im Mittel weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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, 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 stark frequentierten Hauptverkehrsstraße in Koblenz könnte damit kleinräumig im Straßenzug eine Minderung der NO₂-Konzentration um weniger als 3 µg/m³ erzielt werden.

6.3.5 Dynamisches Parkleitsystem

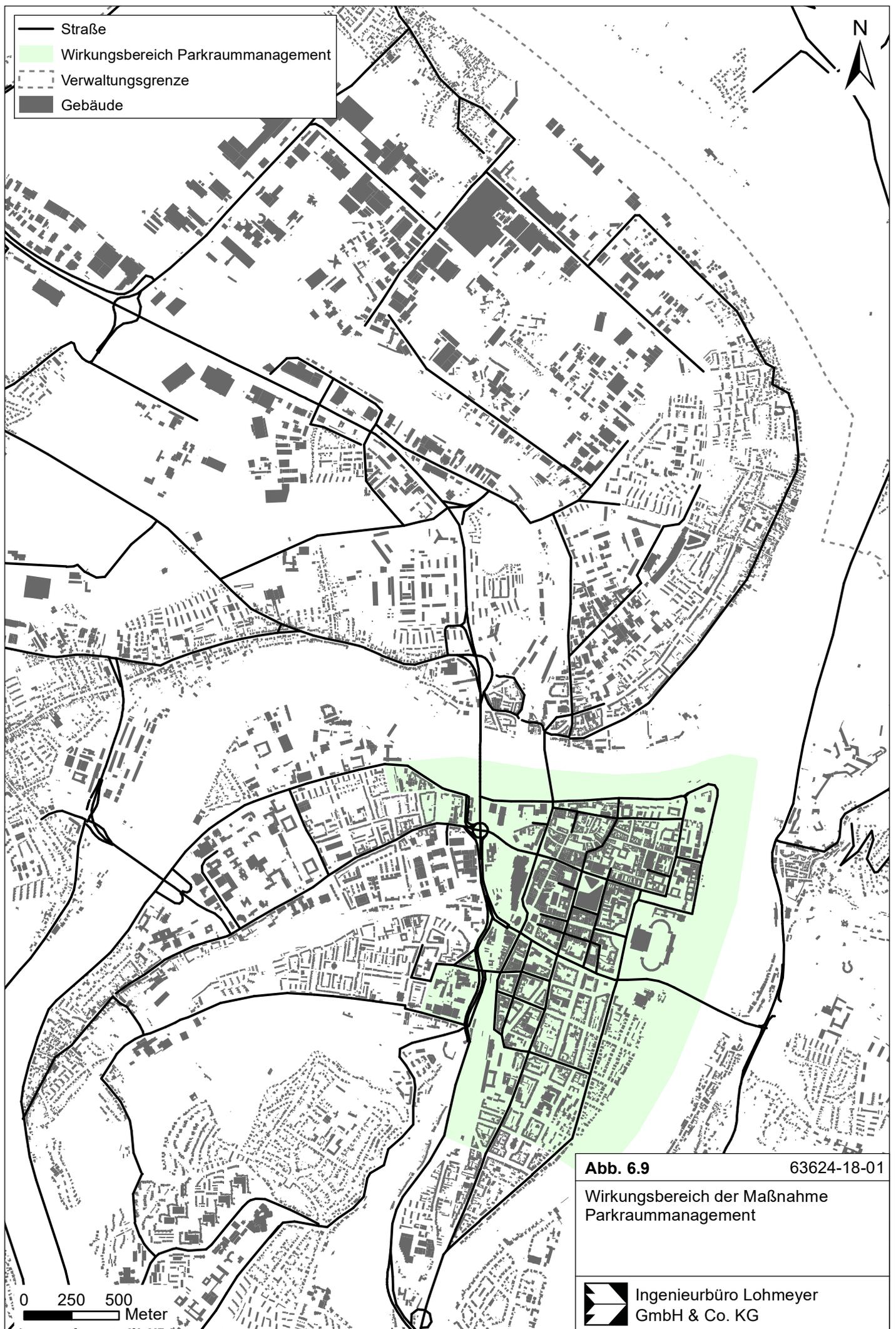
In Koblenz ist eine Erneuerung des dynamischen Parkleitsystems mit direkter Zielführung in die Parkhäuser (Verringerung Parksuchverkehr, Lenkung über vorgesehene Routen, höhere Auslastung der Parkhäuser) und Information für den Autofahrer vorgesehen.

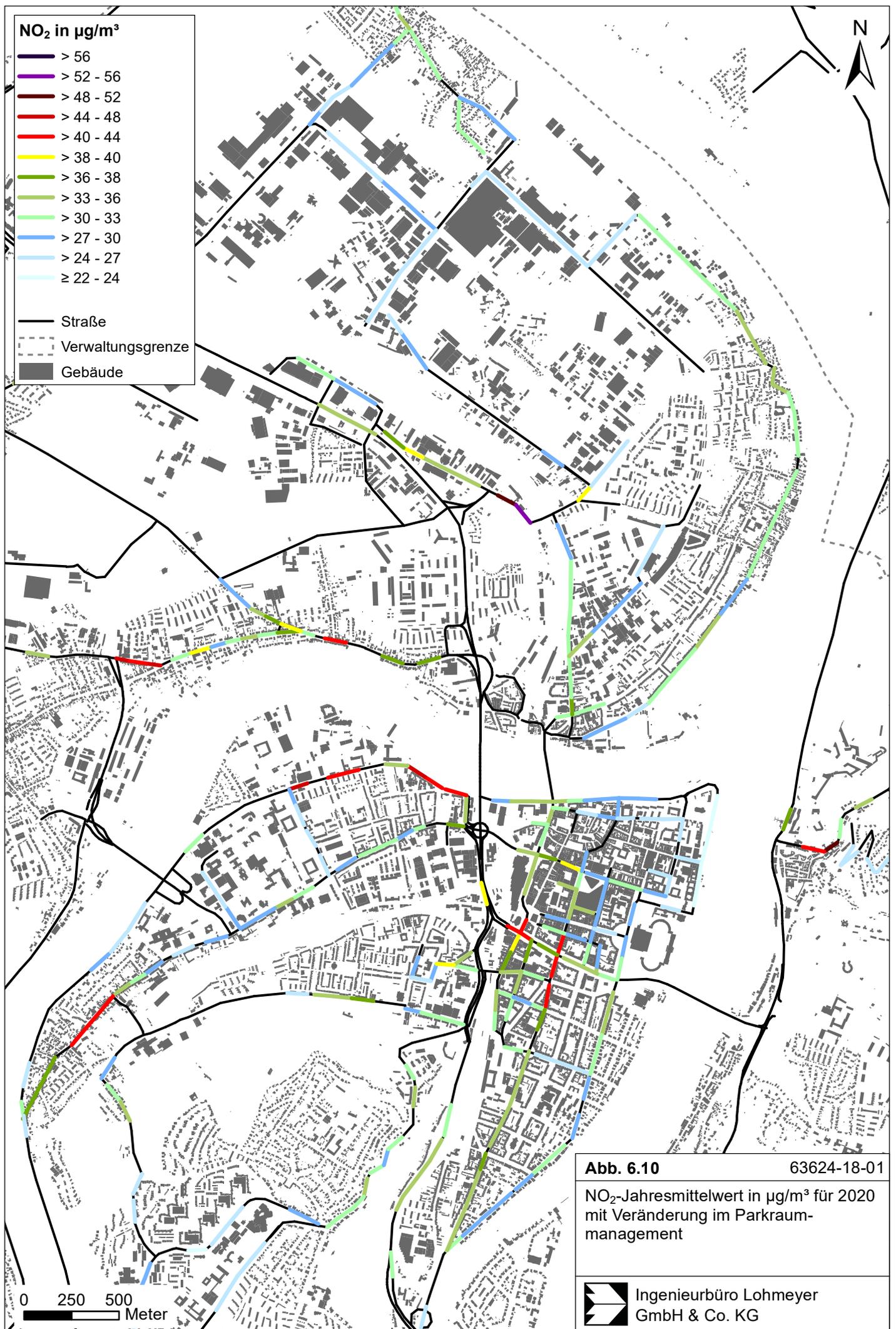
In der Fachliteratur werden verkehrliche Simulationsergebnisse bezüglich Reduzierungen des Parksuchverkehrs für das öffentliche Stellplatzangebot in zentralen Stadtbereichen mit entsprechenden Angebotsverknappungen benannt, die in den zentralen Stadtbereichen zu Verringerungen des PKW-Verkehrs um ca. 2.5% führen.

Übertragen auf das Stadtgebiet von Koblenz kann sich diese Maßnahme auf den zentralen Stadtbereich mit entsprechenden öffentlichen Stellplatzangeboten beziehen. Dieser Bereich ist in **Abb. 6.9** hervorgehoben. Die erwartete Minderung des PKW-Aufkommens durch Änderungen der Parkraumbewirtschaftung entspricht derjenigen der Förderung des Fahrradverkehrs (Kap. 6.3.4). Das entspricht in dem für die Maßnahme angesetzten inneren Bereich geringen Abnahmen der NO₂-Jahresmittelwerte, die im Mittel weniger als 1 µg/m³ und bis nahezu 1 µg/m³ umfassen (**Abb. 6.10**).

6.3.6 Umweltorientiertes Verkehrsmanagementsystem (UVM)

Die Stadt Koblenz hat vor, eine Machbarkeitsstudie für die Einführung eines umweltorientierten Verkehrsmanagementsystems zu erstellen. Durch den integrierten Einsatz von Verkehrsinformationen und Verkehrssteuerung soll im Hinblick auf geringe Umweltbelastungen die vorhandene Infrastruktur bestmöglich genutzt werden. Das bedeutet, vorausschauend freie Kapazitäten zu erkennen und strategisch einzugreifen. Dafür stehen vielfältige Instrumente zur Verfügung. Dies sind z. B. Signalsteuerung, Anzeigetafeln oder Informationsme-





dien wie das Internet oder die Möglichkeit, Navigationssysteme direkt zu beeinflussen. Diese Maßnahmen ermöglichen eine Verbesserung der Gesamtkapazität der Verkehrsanlagen und fördern damit eine effizientere Nutzung des Straßennetzes.

Grundlage dieser Steuerungsverfahren ist eine netzweite Betrachtung der Verkehrssituationen, die durch gezielt im Straßenraum angebrachte Detektoren ermittelt wird. Das Ziel ist, in einem sog. Netzsteuerungs- oder Strategierechner ein Verkehrsmodell zu hinterlegen, welches vorausschauend die in den jeweiligen Knoten ablaufenden verkehrsabhängigen Steuerungslogiken (mikroskopische Ebene) an die aktuelle Verkehrslage anpasst. Diese Netzlogiken ermöglichen es zum Beispiel, für einen bestimmten Zeitraum bisher starr gültige Koordinierungsvorgaben aufzugeben, um einen starken Linksabbiegerstrom zu räumen, oder aber Überstauungen einer Zufahrtsrichtung gezielt abzubauen.

Ziel dieser Vorhaben ist die Lenkung des Kfz-Verkehrs im Stadtgebiet derart, dass Verkehrsstörungen verringert, vermieden oder kurzzeitig durch Umfahrungen umgangen werden. Als Grundlage für eine immissionsseitige Wirkungsbetrachtung wird auf den erfassten werktägigen Verkehrstagesgang an einer zentralen Ein- und Ausfahrtstraße, der B 9 bei Mittelweiden östlich vom Innenstadtbereich von Koblenz zurückgegriffen. In **Abb. 6.11** ist der fahrtrichtungsbezogene Verkehrstagesgang aufgezeigt.

Daraus ist ablesbar, dass sich beim einfahrenden Verkehr morgens eine Spitzenstunde mit hoher Verkehrsbelastung einstellt, während beim ausfahrenden Verkehr sich das hohe Verkehrsaufkommen auf mehrere Stunden am Abend und mit geringerem relativen Anteil am Tagesverkehr verteilt. Hinsichtlich der Beeinflussung durch gezielte, zeitbezogene Verkehrssteuerung kann eine Dosierung des Zuflusses in Bereichen beginnen, von denen keine sensible Randbebauung mit Wohnnutzungen betroffen ist. Beim ausfahrenden Verkehr ist zu hinterfragen, ob eine entsprechende Dosierung räumlich derart umsetzbar ist, dass es nicht in Bereichen mit sensibler Randbebauung und Wohnnutzung im zentralen Stadtgebiet zu Verkehrsflusseinschränkungen und entsprechend höheren Schadstofffreisetzungen im Straßenraum kommt.

Unter der Annahme, dass vor allem der morgendliche einfahrende Verkehr in Bezug auf die Spitzenstunde so gesteuert werden kann, dass die Verkehrsflusseinschränkungen verringert werden, kann für Hauptverkehrsstraßen an den Kreuzungen die mittlere werktägliche verkehrsbedingte Schadstofffreisetzung um knapp 4% verringert werden. Sollte auch in den Abendstunden eine entsprechende Verkehrsflusseinschränkung erzielt werden, kann für Hauptverkehrsstraßen an den Kreuzungen die mittlere werktägliche verkehrsbedingte

Schadstofffreisetzung bis um 10% verringert werden. Diese Ansätze wurden für die Straßenabschnitte an den Lichtsignalanlagen der Hauptverkehrsstraßen von Koblenz angesetzt,

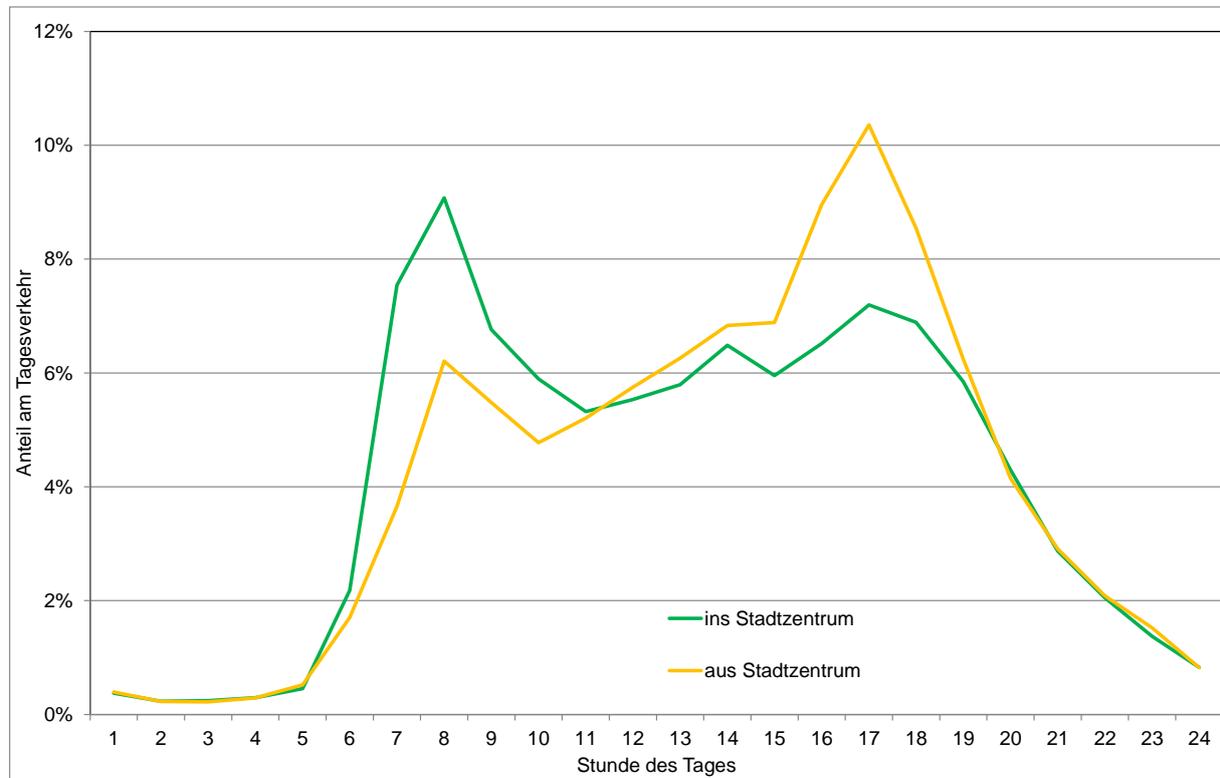
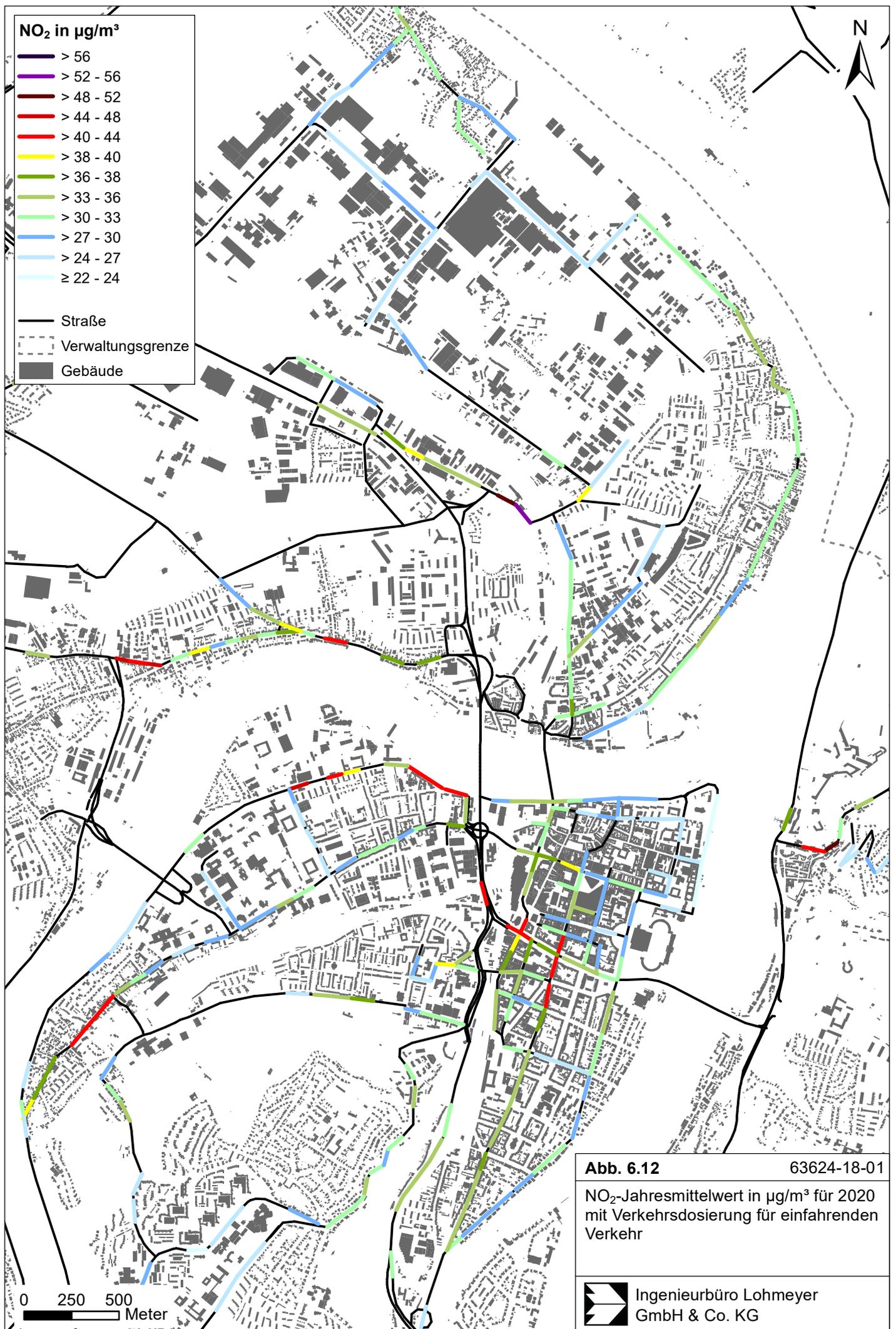
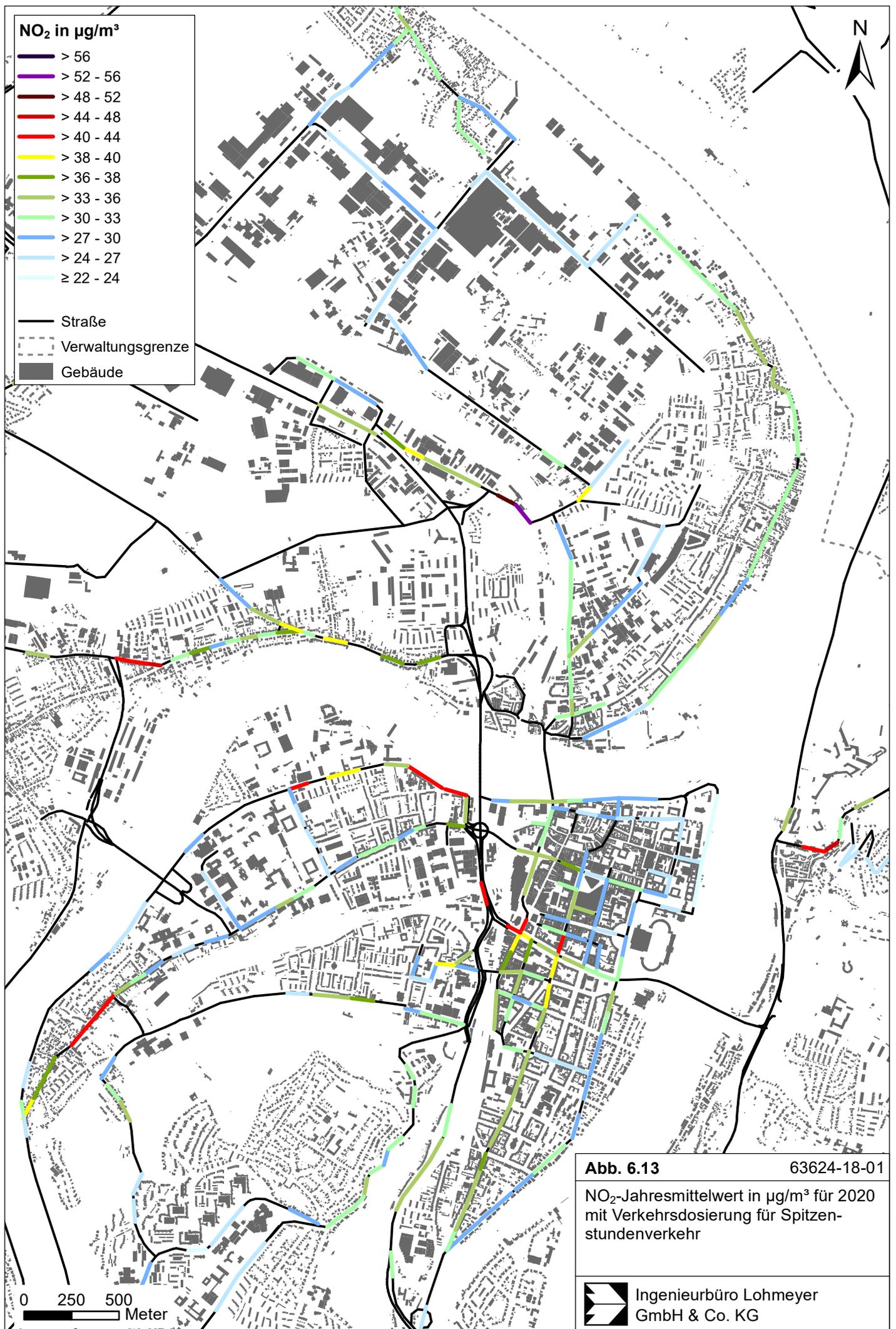


Abb. 6.11: Verkehrstagesgang an der B 9 östlich der Innenstadt von Koblenz

die Ergebnisse sind in **Abb. 6.12** und **Abb. 6.13** aufgezeigt und zeigen an den Straßenabschnitten mit Randbebauung für die Beeinflussung der morgendlichen Spitzenstunde Minderungen, die im Mittel deutlich weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen und bis zu $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen, für die Beeinflussung der morgendlichen und abendlichen Spitzenstunde Minderungen, die im Mittel weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen und bis $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen. Diese Maßnahme kann sich an den Hauptverkehrsstraßen im zentralen Stadtbereich von Koblenz auswirken.



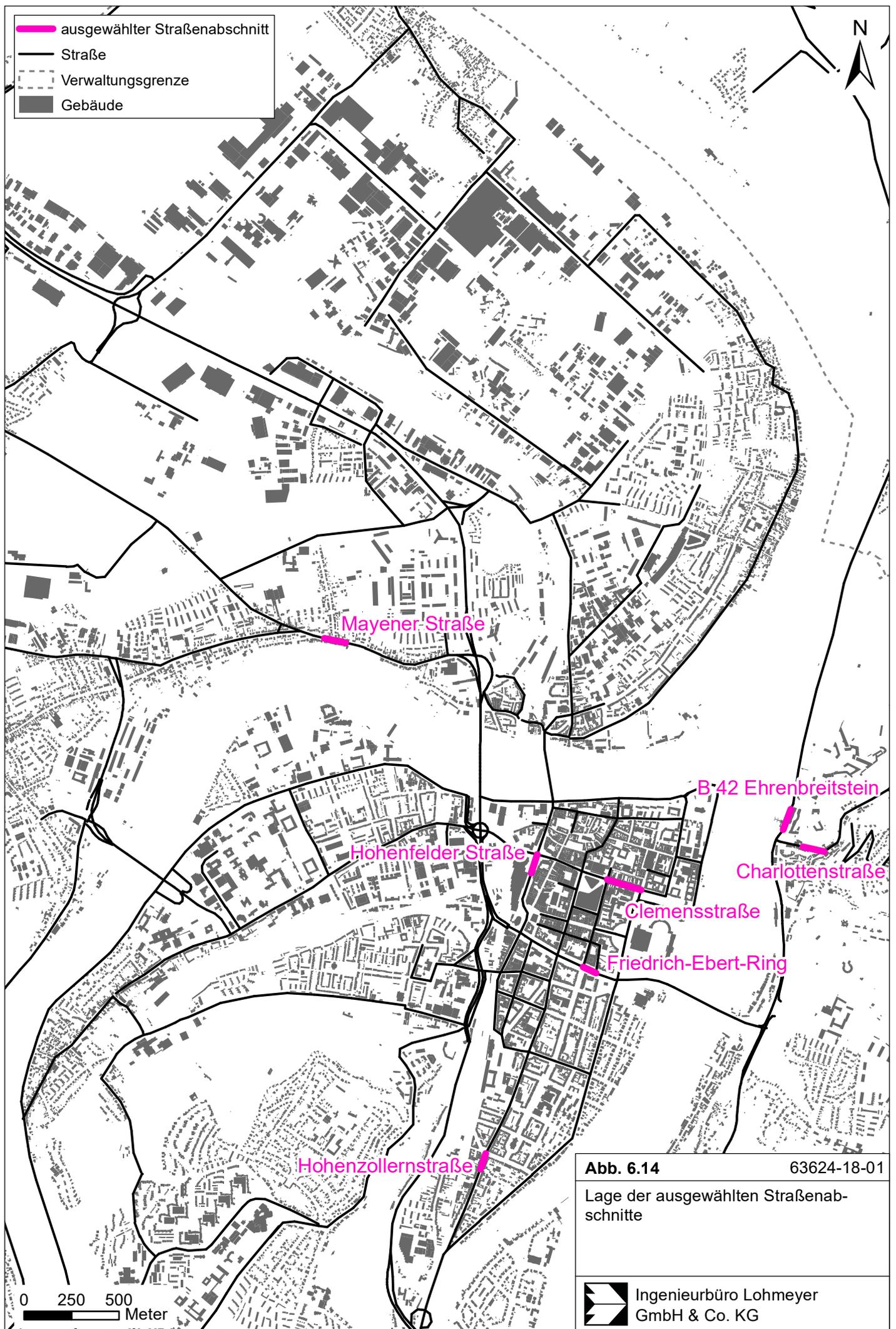


6.4 Betrachtung ausgewählter Straßenabschnitte

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 in den Ausarbeitungen zum Luftreinhalteplan für Koblenz. Dazu ist in **Abb. 6.14** die Lage der ausgewerteten Standorte dargestellt und in **Abb. 6.15** ist eine vergleichende Säulendarstellung für die genannten Maßnahmen aufgeführt.

Aus der Säulendarstellung für die Messstandorte und weitere ausgewählte Straßenabschnitte ist ablesbar, dass an den Messstandorten und an der Hohenzollernstraße, der Clemensstraße und der Charlottenstraße im Jahr 2020 NO_2 -Konzentrationen berechnet sind, die $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel nicht überschreiten. Das trifft auch auf die Straßenabschnitte an der Hohenfelder Straße und dem Friedrich-Ebert-Ring zu, an dem die Luftmessstationen des LfU-Rheinland-Pfalz gelegen sind; an diesen Standort bewirken die Maßnahmen der Linienbusflottenumstellung und die betrachteten Maßnahmen 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 Mayener Straße und B 42 in Ehrenbreitenstein auch im Prognosejahr 2020 NO_2 -Konzentrationen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Eine rasche Umstellung der Linienbusse auf Euro VI-Ausstattung kann dort zu deutlichen NO_2 -Minderungen und zu Konzentrationen unter dem Schwellenwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ führen.



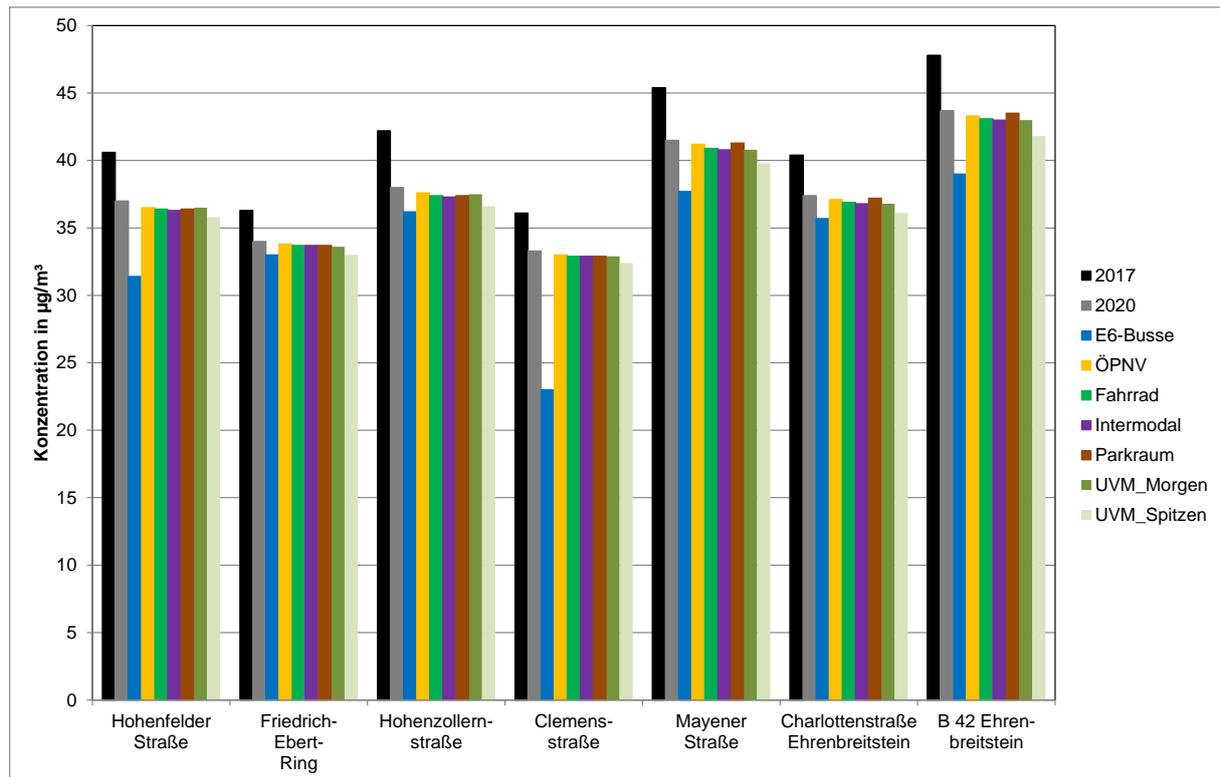


Abb. 6.15: Berechnete NO_2 -Jahresmittelwerte für 2017 und 2020 und die genannten Maßnahmen für ausgewählte Straßenabschnitte in Koblenz und für die Messstandorte.

6.4.1 Förderung der E-Mobilität, Ausbau der Ladeinfrastruktur

Für die Anzahl der auf den Straßen in Koblenz 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 Koblenz-Stadt und Regierungsbezirk Koblenz im Jahr 2017 weniger als 0.1% der PKW als Elektrofahrzeuge erfasst sind und im Jahr 2018 ca. 0.1% der PKW als Elektrofahrzeuge erfasst sind und in der Summe mit 629 PKW aufgeführt sind. Hochgerechnet auf das Jahr 2020 in Anlehnung an die Markthochlaufszszenarien für Elektrofahrzeuge des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung ISI (Fraunhofer, 2013) über die Entwicklung der Elektrofahrzeuge sind im Regierungsbezirk Koblenz ca. 1 200 PKW mit Elektroantrieb abgeleitet. Das entspricht nicht mehr als ca. 0.2% 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 im Regierungsbezirk Koblenz 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. 4 800 Fahrbewegungen pro Tag.

Für die Elektrofahrzeugbesitzer außerhalb des Regierungsbezirks Koblenz sind die Fahrlängen eventuell zu lang, um sicher beide Fahrwege ohne Zwischenladung zu bewältigen. Derzeit sind in Koblenz 15 Ladesäulen mit 1 bis 3 Ladepunkten im Stadtgebiet installiert. 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 750 Ladungen erfolgen können, d.h. weitere 1 500 Fahrten mit Elektrofahrzeugen getätigt werden. In der Summe ergeben sich damit für den auf 2020 übertragenen E-Fahrzeugbestand im Regierungsbezirk Koblenz und basierend auf der aktuellen Anzahl von öffentlich zugänglichen Ladesäulen ca. 6 300 Fahrten mit Elektro-Kfz auf Hauptverkehrsstraßen im zentralen Stadtgebiet von Koblenz.

Für eine Übertragung der abgeschätzten Fahrten auf die Hauptverkehrsstraßen in Koblenz wird auf den zusammenhängenden Siedlungsbereich zurückgegriffen, indem die Gesamtsumme der Fahrten des Leichtverkehrs mit Orientierung zum Stadtzentrum und zurück gebildet wurde. Das macht in der Summe ca. 184 400 Fahrten pro Tag. Damit beträgt der

Anteil der abgeleiteten Summe der möglichen Fahrten mit Elektro-Kfz ca. 3.4% der Leichtverkehrs-fahrten.

Die Maßnahme „Ausbau Ladeinfrastruktur und Erdgastankstellen mit ergänzenden Maßnahmen“ sieht die Errichtung von ca. 100 weiteren Ladesäulen im Stadtgebiet von Koblenz vor; damit sind bis zu ca. 6 000 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 3.3% erhöht.

Damit ist die Wirkung vergleichbar mit derjenigen der Mobilitätsstationen (Kap. 6.3.3) und führt zu Abnahmen, die im Mittel weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ umfassen.

Für die kommunale Fahrzeugflotte wird als Maßnahme eine Umrüstung auf Kfz mit Elektroantrieb genannt. Der kommunale Fahrzeugpark umfasst 164 Fahrzeuge mit 76 Müllfahrzeugen und 55 Fahrzeugen der Straßenreinigung. Daraus werden ca. 33 PKW bzw. leichte Nutzfahrzeuge abgeleitet, die in Fahrzeuge mit emissionsfreiem Antrieb überführt werden können. 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. 6 000 km pro Jahr unterstützt.

Daraus lassen sich im zentralen Stadtgebiet von Koblenz auf den Hauptverkehrsstraßen ca. 330 Fahrten der kommunalen Fahrzeugflotte mit Elektro-Kfz ableiten. Das betrifft weniger als 0.2% 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgedrückt werden.

6.4.2 Umbau des Kommunalen Fuhrparks

In Koblenz ist der Umbau des kommunalen Fuhrparks auf emissionsarme Fahrzeuge vorgesehen. Für den Kommunalen Servicebetrieb Koblenz ist die Umrüstung von 36 Diesel-Lkw von Euro V nach Euro VI und eine vorzeitige Ersatzbeschaffung von 48 Diesel-Lkw der Schadstoffklassen Euro I bis Euro IV genannt. Zudem wird eine vorzeitige Ersatzbeschaffung von 12 Diesel-Bau- bzw. Arbeitsmaschinen sowie der Austausch von Kleingeräten aufgeführt.

Der Eigenbetrieb Grünflächen- und Bestattungswesen (Stadtgärtnerei) sieht eine Ersatzbeschaffung von 31 LKW und Pritschenwagen (von Euro III bis Euro V auf Euro IV) sowie den Austausch von 2/3 des Kleingerätebestandes vor.

Für die auf den Straßen verkehrenden Fahrzeuge, d.h. LKW und Lieferwagen werden die Änderungen der mittleren Emissionen beim Betrieb auf öffentlichen Straßen betrachtet. Damit führt der Umbau der leichten Nutzfahrzeuge auf Euro VI Fahrzeuge zu einer Reduktion der Stickstoffbeiträge um ca. 45% und für die LKW wird eine Reduktion um ca. 90% abgeleitet.

Für die Übertragung der relativen Minderung auf den Stadtbereich wird überschlagen angesetzt, dass von der kommunalen Fahrzeugflotte die leichten Nutzfahrzeuge etwa 5 mal pro Werktag im Einsatz sind. Damit beträgt die Anzahl der Fahrten bis zu 310 pro Werktag. Das betrifft weniger als 0.2% der Fahrten an der Gesamtsumme der Fahrten des Leichtverkehrs mit Orientierung zum Stadtzentrum und zurück. Damit trägt die Maßnahme zur Verringerung der verkehrsbedingten NO₂-Beiträge bei, kann aber nicht als Werte der Verringerung in µg/m³ ausgedrückt werden.

Für die kommunalen LKW wird angenommen, dass sie im Mittel zwei mal pro Werktag im Einsatz sind. Damit beträgt die Anzahl der LKW-Fahrten bis zu 460 pro Werktag. Das betrifft ca. 6.2% der Fahrten an der Gesamtsumme der Fahrten des Schwerverkehrs mit Orientierung zum Stadtzentrum und zurück. Damit trägt die Maßnahme zur Verringerung der verkehrsbedingten NO₂-Beiträge bei und kann mit einer Verringerung der verkehrsbedingten Beiträge an einzelnen Hauptverkehrsstraßen bis um 5% angenommen werden in Abhängigkeit von den entsprechenden Fahrrouten.

6.5 Kleinräumig begrenzte Maßnahmen

6.5.1 Erweiterung der Landstromanschlüsse für Binnenschiffe

Der Schwerpunkt „Erweiterung der Landstromversorgungsanlagen für Binnenschiffe“ umfasst die Verbesserung des Landstromversorgungsangebotes aller anliegenden Schiffe über Landstrom anstatt über Dieselaggregate. Schiffe benötigen zunehmend stärkere Anschlusskapazitäten, um auf das Dieselaggregat verzichten zu können, daher sind Kapazitätserweiterungen der vorhandenen Landstromanschlüsse am Moselufer (Peter-

Altmeier-Ufer) und Rheinufer (Konrad-Adenauer-Ufer) für langfristigen und umfassenden Verzicht auf Dieselmotorbetrieb während der Liegezeiten vorgesehen.

Für die Ermittlung des Beitrags der Schifffahrt auf dem Rhein und der Mosel zur NO_2 -Gesamtbelastung in Koblenz wurden die Anzahl der verkehrenden Güter- und Fahrgastschiffe dem Emissionskataster Rheinland-Pfalz entnommen.

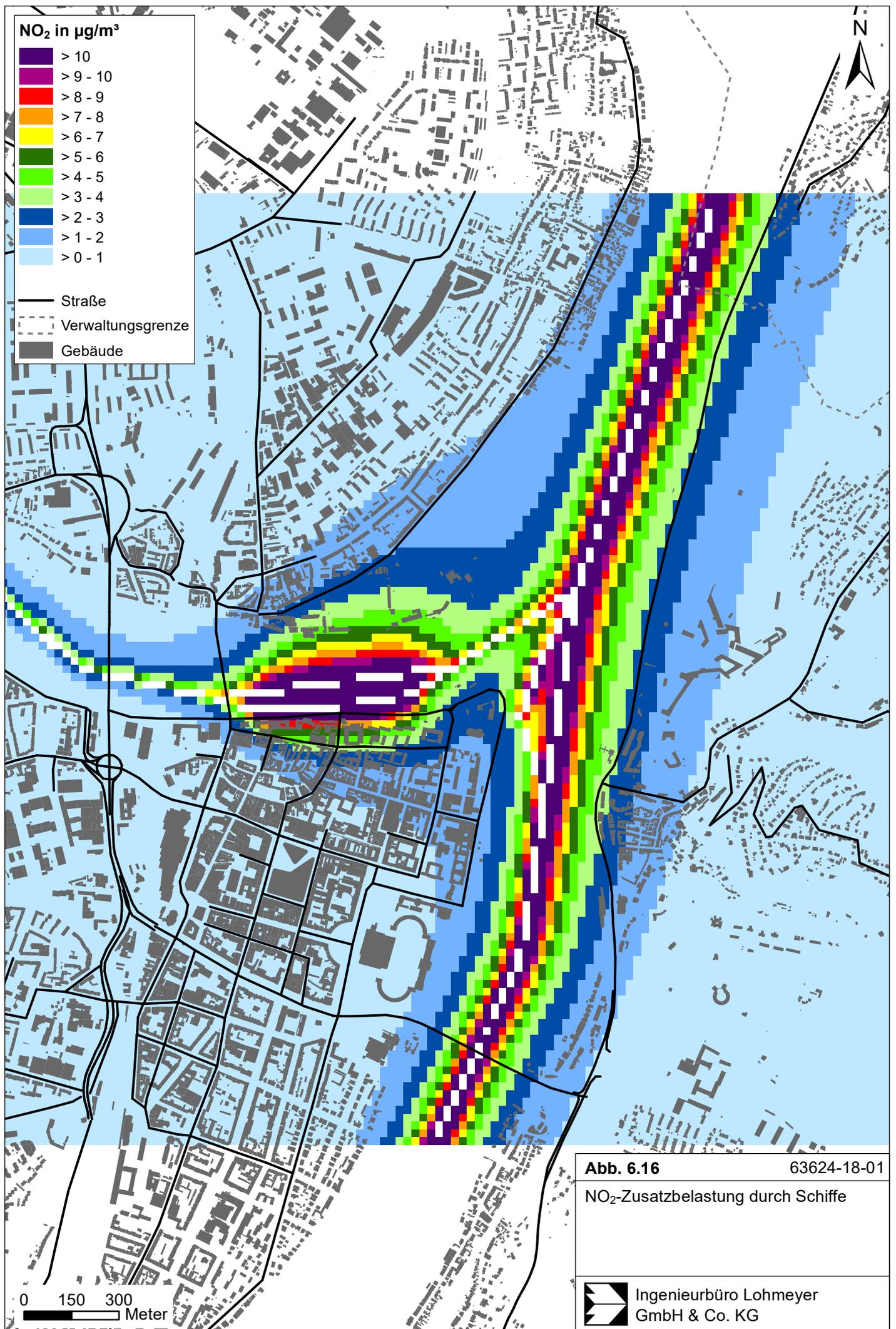
Am Peter-Altmeier-Ufer an der Mosel fanden im Jahr 2017 ca. 1 500 Anlegevorgänge statt, am Konrad-Adenauer-Ufer fanden ca. 200 Anlegevorgänge von Flusskreuzfahrtschiffen statt.

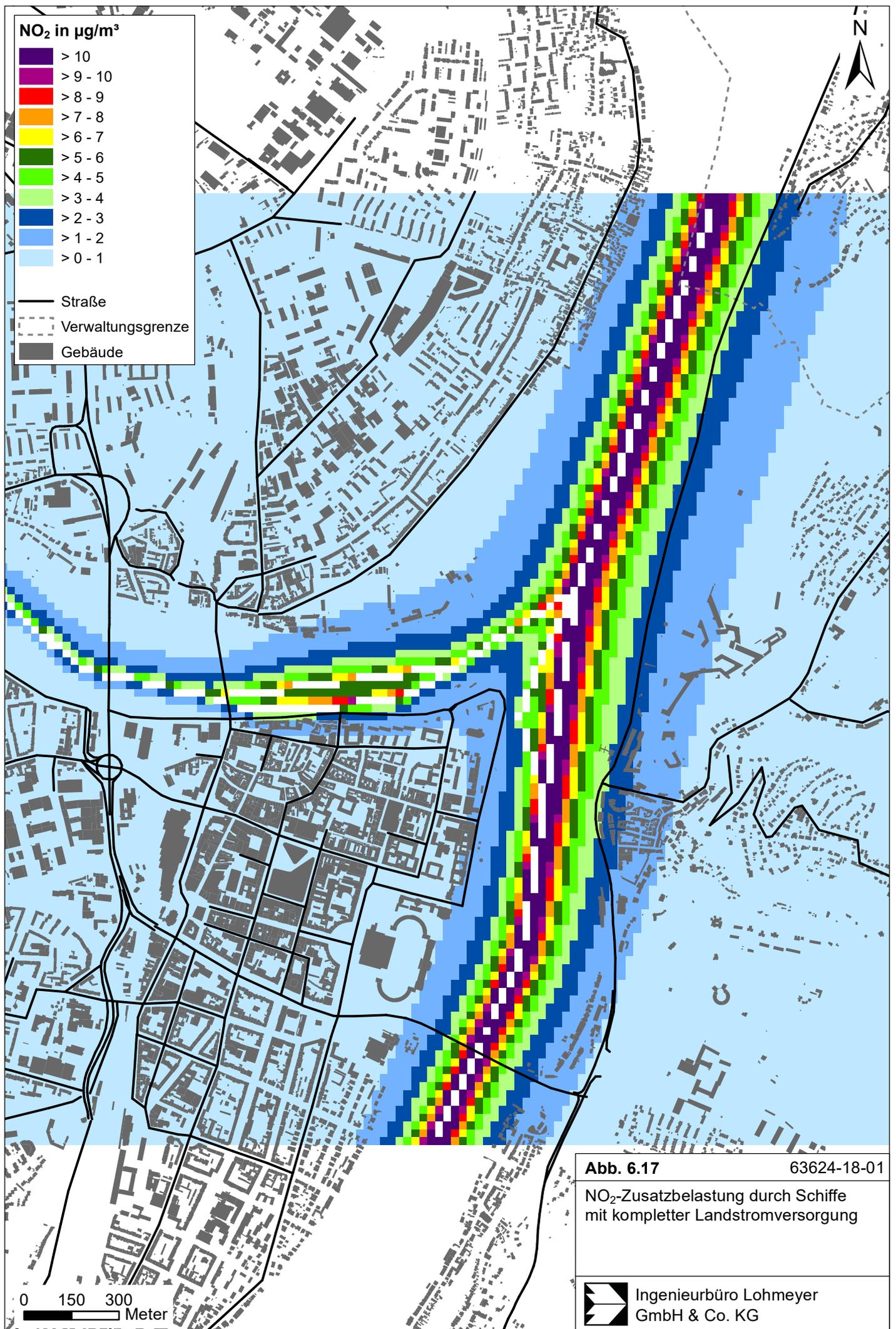
Die Liegestellen weisen eine Landstromversorgung auf, die bei höherem Andrang jedoch nicht von allen anlegenden Schiffen genutzt werden. Dementsprechend wurde angesetzt, dass ca. 80% der anlegenden Schiffe die Landstromversorgung nutzen. Für Flusskreuzfahrtschiffe am Peter-Altmeier-Ufer wird eine Liegezeit von 36 h und am Konrad-Adenauer-Ufer von 24 h angenommen.

In **Abb. 6.16** 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 über $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der bestehenden Bebauung am Ufer sind überwiegend NO_2 -Zusatzbelastungen unter $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Nur am Peter-Altmeier-Ufer sind aufgrund der langen Liegezeiten trotz guter Ausstattung mit Landstromversorgung auch höhere Zusatzbelastungen vereinzelt bis $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

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. 6.17** aufgezeigt. Danach treten im Nahbereich der Wasserstraße vergleichbare NO_2 -Zusatzbelastungen zum derzeitigen Zustand auf und an den Hafenanlagen deutlich geringere Konzentrationen, die an der bestehenden Bebauung auch in Ufernähe durchweg unter $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen. Die NO_2 -Zusatzkonzentration um den Hafen ist gegenüber dem Bestand deutlich verringert.

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.





6.5.2 Grünausstattung von hochbelasteten Straßenräumen

Für Straßenabschnitte mit dichter Bebauung und hohen NO_2 -Jahresmittelwerten sollen Projekte zur Erhöhung der Grünausstattung betrachtet 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 berüh-

ren. 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. $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 WIRKUNGEN FÜR DIE MASSNAHMEN

In Kap. 6 wurde beschrieben, wie die genannten Maßnahmenarten hinsichtlich der Immissionsberechnungen umgesetzt wurden. Für die für Koblenz genannten 17 Einzelmaßnahmen werden diese Maßnahmenarten teilweise nur in geringerem Umfang angesetzt und dementsprechend eine anteilige Wirkung entfalten. Dies wird in der folgenden Wirkungsbeschreibung berücksichtigt, dabei beziehen sich die genannten Minderungen auf die prognostizierte NO₂-Gesamtbelastung für den Prognosenullfall 2020.

7.1 Maßnahmenschwerpunkt A: Digitalisierung des Verkehrssystems

Der Maßnahmenschwerpunkt A umfasst 5 Einzelmaßnahmen. Diese umfassen die Untersuchung eines weitreichenden Verkehrsmanagements und die weitere Entwicklung der bestehenden Verkehrsinfrastruktur. Dabei stehen zunächst der Verkehrsfluss und die damit einhergehende Reduzierung der Umweltschadstoffe im Vordergrund.

7.1.1 Umweltorientiertes Verkehrsmanagementsystem (UVM)

Ziel des UVM ist eine Optimierung des Verkehrsflusses in Abhängigkeit von Umweltparametern mit einer kurzfristigen Reaktionsmöglichkeit auf besonders hochbelastete Situationen (z. B. Inversionswetterlagen).

Die Wirkung dieser Einzelmaßnahme wurde in **Kap. 6.3.6** betrachtet. Dabei wurde aufgezeigt, dass insbesondere durch Steuerung des morgendlich einfahrenden Verkehrs eine Verringerung der Schadstofffreisetzungen um ca. 4 % erzielt werden kann. Übertragen auf die Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung können mittels eines UVM Minderungen im Mittel deutlich weniger als 1 µg/m³ und an einzelnen Straßenabschnitten bis 1 µg/m³ erreicht werden.

7.1.2 Strecken- oder Netzbeeinflussungsanlagen

In Koblenz treten auf der B 9 zwischen der Anschlussstelle A 48 Koblenz-Nord und dem Saarplatz vermehrt Stauereignisse auf, damit verbunden ist ein erhöhter Schadstoffausstoß des Straßenverkehrs. Mit Errichtung einer Streckenbeeinflussungsanlage können Stauereignisse durch Harmonisierung des Verkehrsflusses und durch Unfallvermeidung reduziert werden und damit der verkehrliche Schadstoffausstoß verringert werden.

Entsprechend dem Steckbrief dieser Einzelmaßnahme (Streckenbeeinflussungsanlage B 9 zwischen AS Koblenz-Nord und Saarplatz; gevas, 2018) kann mit der Errichtung einer Streckenbeeinflussungsanlage auf dem ca. 5.5 km langen Streckenabschnitt der B 9 zwischen AS Koblenz-Nord und Saarplatz die Anzahl der Staustunden um 5 % bzw. das werktägliche Stauaufkommen um ca. eine halbe Stunde reduziert werden. Übertragen auf die Fahrleistungsanteile und Schadstofffreisetzungen im Tagesverlauf können mittels der Streckenbeeinflussungsanlage entlang der B 9 die verkehrsbedingten Beiträge zur NO₂-Gesamtbelastung um knapp 2 % verringert werden; die damit verbundene Abnahme der NO₂-Gesamtbelastung an der zur B 9 nächstgelegenen Randbebauung auf Höhe der Friedrich-Mohr-Straße und Andernacher Straße ist gering und deutlich weniger als 1 µg/m³.

7.1.3 Neuplanung ausgewählter Lichtsignalanlagen

In Koblenz ist eine Weiterentwicklung der bestehenden Verkehrsinfrastruktur geplant, mit dem Ziel der Beseitigung lokaler Leistungsfähigkeitsengpässe während Spitzenverkehrszeiten, der Optimierung von grünen Wellen, der Installation/Ausweitung von ÖV-Beschleunigungsmaßnahmen, der Steigerung der Verkehrsqualität von Radfahrern und Fußgängern sowie der Erhöhung der Verkehrssicherheit. Dies betrifft insbesondere die Lichtsignalanlagen entlang den Streckenabschnitten der B 49 im Altstadtbereich (Friedrich-Ebert-Ring) und entlang den nördlichen Abschnitten der Hohenzollernstraße. Eine Optimierung dieser Lichtsignalanlagen wirkt sich insbesondere auf eine Verbesserung der ÖV-Beschleunigung aus und der Randbedingungen von Radfahrern und Fußgängern aus.

Entsprechend dem Steckbrief dieser Einzelmaßnahme (Optimierung von Lichtsignalanlagen; gevas, 2018) kann an sieben Knotenpunkte in der Altstadt durch Modernisierung der Lichtsignalanlagen eine Verflüssigung des Verkehrs erzielt werden. Gegenüber der Ausgangslage sind die Verbesserungen für den MIV von geringem Umfang, während für die Busse des ÖV durch Beschleunigungsmaßnahmen die Stopps und Wartezeiten vor den Lichtsignalanlagen deutlich reduziert werden können.

Für die Wirkungsbeschreibung der Einzelmaßnahme wird eine Reduzierung der Stopps und Wartezeiten der Busse des ÖV an den sieben untersuchten Lichtsignalanlagen angenommen, so dass der Busverkehr dort verflüssigt wird. Für den übrigen SV und den MIV werden keine Veränderungen im Verkehrsablauf angesetzt. Dies führt an den entsprechenden Straßenabschnitten zu einer Verringerung der verkehrsbedingten Beiträge der Linienbusse

um ca. 5 %. Übertragen auf die NO₂-Gesamtbelastung unter Berücksichtigung unveränderter Beiträge des übrigen Verkehrs führt dies zu einer Verringerung der Immissionen im Mittel knapp unter 1 µg/m³ und an einzelnen Straßenabschnitten mit hohem Busanteil wie in der Viktoriastraße bis knapp über 2 µg/m³, an der Messstation Koblenz-Friedrich-Ebert-Ring unter 1 µg/m³.

7.1.4 Dynamisches Parkleitsystem

In Koblenz bestehen derzeit 12 Parkierungseinrichtungen. Die Stadt Koblenz plant die Errichtung eines neuen dynamischen Parkleitsystems mit 126 dynamischen und 4 statischen Anzeigen an 69 Standorten. Diese Anzeigen ermöglichen eine Bündelung des Parksuchverkehrs durch frühzeitige Führung des Parksuchverkehrs auf vorgesehene, möglichst unsensible Routen sowie eine Reduzierung des Parksuchverkehrs durch Information der Lage freier Parkierungsmöglichkeiten. Damit werden unnötige Suchfahrten durch direkte Zielführung und Vorabinformation über gegebenenfalls voll besetzte Einrichtungen vermieden.

Die Wirkung dieser Einzelmaßnahme wurde in **Kap. 6.3.5** (Erneuerung dynamisches Parkleitsystem) unter Berücksichtigung einer Angebotsverknappungen betrachtet. In der Zusammenwirkung führte dies im Altstadtbereich zu einer mittleren Verringerung der MIV-Fahrten um ca. 2.5 % und einer mittleren Verringerung der NO₂-Gesamtbelastung um weniger als 1 µg/m³ und an einzelnen Straßenabschnitten bis ca. 1 µg/m³. Bei Betrachtung der alleinigen Wirkung führt die Einzelmaßnahme „Dynamisches Parkleitsystem“ zu einer geringeren Verringerung der MIV-Fahrten. Unter der Annahme das ca. 1 % der MIV-Fahrten im Altstadtbereich durch Reduzierung des Parksuchverkehrs entfallen, führt dies zu einer geringen Abnahme um weniger als 1 µg/m³ der NO₂-Gesamtbelastung. An einzelnen Straßenabschnitten kann bei einer geeigneten Routenführung des Parksuchverkehrs weiterhin bis ca. 1 µg/m³ reduziert werden.

7.1.5 Dynamisches Fahrgastinformationssystem

In Koblenz ist die Bushaltestelle am Hauptbahnhof bereits mit Anzeigen eines dynamischen Fahrgastinformationssystem (DFI) ausgestattet. Mit dem Ziel die Attraktivität des ÖV zu steigern, sollen vier weitere Standorte ebenfalls mit DFI ausgestattet werden. Durch Optimierung der Umstiege im ÖPNV-Busliniennetz, der Verknüpfung anderer öffentlicher Verkehrs-

träger (z. B. Haltepunkte der Deutschen Bahn AG) und der Anbindung an Park & Ride-Einrichtung sowie stark frequentierter Zielorte kann eine Verlagerung von MIV-Fahrten auf den ÖV erzielt werden.

Für diese Einzelmaßnahme sind direkte Ableitungen für die Vermeidung von Kfz-Fahrten auf den Straßen von Koblenz nicht möglich; damit sind keine belastbaren quantitativen Prognosen für Verringerungen der NO₂-Immissionen aufzeigbar.

7.2 Maßnahmenschwerpunkt B: Stärkung ÖPNV und Vernetzung der Verkehrsträger/Intermodalität

Ziel des Maßnahmenschwerpunktes ist die Emissionsreduzierung durch umweltfreundlichere Antriebstechnologien im Verkehr (mit Fokus auf den Umweltverbund) bei gleichzeitiger inter- und multimodaler Vernetzung der einzelnen Verkehrsträger. Dabei spielen sowohl technische Maßnahmen (z. B. Fahrzeugförderprogramm), infrastrukturelle (Ausbau der Kapazitäten und Angebote) als auch Maßnahmen des Mobilitätsmanagements eine große Rolle. Der Maßnahmenschwerpunkt B umfasst die folgenden 5 Einzelmaßnahmen.

7.2.1 Emissionsarme Busflotte

Die Maßnahme umfasst eine Nachrüstung von Linienbussen der Abgasnorm EURO IV und EURO V mit SCR-Katalysatoren sowie vorgezogener Neubeschaffungen auch unter Berücksichtigung alternativer Antriebstechnologien (z. B. Erdgas, Elektro, Hybrid, Brennstoffzellen). Die Stadt Koblenz betreibt bereits drei mit SCR-Katalysatoren nachgerüstete Busse, geplant ist eine Nachrüstung von 38 weiteren Bussen. Weiter ist die Beschaffung von 3 elektrischen Solo-Bussen geplant.

In **Kap. 6.3.2** wurde die Reduzierung der NO₂-Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der Umstellung aller im Koblenzer Stadtgebiet verkehrenden Linienbusse auf die Abgasnorm EURO VI betrachtet und eine mittlere Verringerung der NO₂-Gesamtbelastung um etwas über 1 µg/m³ und an einzelnen Straßenabschnitten bis 11 µg/m³ abgeleitet. Unter Berücksichtigung einer anteiligen Umrüstung von 38 weiteren Linienbussen mit SCR-Katalysatoren sowie einer Neubeschaffung von 3 elektrischen Solo-Bussen führt dies zu einer geringeren mittleren Reduktion der NO₂-Gesamtbelastung um weniger als 1 µg/m³ und bis 3 µg/m³.

7.2.2 Attraktivierung des ÖPNV

Die Stadt Koblenz plant durch verschiedene Ansätze die Attraktivität des ÖPNV zu erhöhen und so MIV-Fahrten auf den ÖV zu verlagern. Diese Ansätze umfassen u. a. die Verdichtung der Taktzeiten, die Ausweitung des Bedienungszeitraumes, dynamische Fahrgastinformation in Echtzeit, behindertengerechte Haltestellen, Ausweitungen von Busbeschleunigung und intelligente LSA-Schaltungen, Fahrpreissenkungen im städtischen ÖPNV und Einführung eines elektronischen E-Ticket-Erfassungs- und Abrechnungssystems (Erweiterung des bestehenden Koblenzer E-Tickets).

Die gebündelte Wirkung der einzelnen Maßnahmenelemente wurde in **Kap. 6.3.2** (ÖPNV-Förderung) betrachtet, dabei wurde zusätzlich die Integration alternativer Angebote wie die Seilbahn, Personenfähren, Wassertaxen etc. berücksichtigt. In der Zusammenwirkung führte dies zu einer mittleren Verringerung der MIV-Fahrten um ca. 1 %. Übertragen auf das Stadtgebiet von Koblenz führte dies zu einer geringen Abnahme der NO₂-Gesamtbelastung um weniger als 1 µg/m³. Ohne Berücksichtigung der alternativen Angebote wird sich die abgeleitete Verringerung der MIV-Fahrten von ca. 1 % nur geringfügig reduzieren und damit auch die Minderung der NO₂-Gesamtbelastung nur geringfügig reduzieren.

7.2.3 Erweiterung des ÖPNV

Der Rhein und die Mosel verlaufen durch das Stadtgebiet von Koblenz. Dadurch müssen teilweise trotz geographischer Nähe zweier Stadtteilen erhebliche Umwege in Kauf genommen werden. Mittels Integration alternativer Angebote wie die Seilbahn, Personenfähren, Wassertaxen etc. in den ÖPNV können Lückenschlüsse geschaffen werden sowie Reisezeiten verkürzt werden und so die Attraktivität des ÖPNV gesteigert werden.

Als Einzelmaßnahme betrachtet, ist die Einbeziehung der alternativen Angebote in den ÖPNV mit einer gewissen Verlagerung von MIV-Fahrten auf den ÖV verbunden. Im Vergleich zu den gebündelten Elementen der Maßnahme „Attraktivierung des ÖPNV“ (**Kap. 7.2.2**) ist diese Verlagerung deutlich geringer. Die Maßnahme trägt zur Verringerung der verkehrsbedingten NO₂-Beiträge bei, kann aber nicht als Absolutwerte der Verringerung ausgedrückt werden.

7.2.4 Einrichtung von Mobilitätsstationen

Mobilitätsstationen an ÖPNV-Haltestellen ermöglichen eine Vernetzung verschiedener Verkehrsträger zur Bewältigung von Wegstrecken. Damit wird eine Verlagerung von MIV-Fahrten auf alternative, umweltverträgliche Verkehrsarten (z. B. Bus, Bahn, Carsharing, Fahrrad) verlagert werden.

Die Wirkung dieser Einzelmaßnahme wurde in **Kap. 6.3.3** (Mobilitätsstationen) betrachtet und eine mögliche Reduzierung der MIV-Fahrten um ca. 3.1 % genannt. Übertragen auf das Stadtgebiet von Koblenz führt dies zu einer Verringerung der NO₂-Gesamtbelastung im Mittel um weniger als 1 µg/m³ und an einzelnen Straßenabschnitten bis 1 µg/m³.

7.2.5 Förderung des Fußverkehrs

Die Stadt Koblenz plant die attraktive und barrierefreie Umgestaltung des öffentlichen Raums zur Steigerung des Fußverkehrsaufkommens und Verbesserung der Verkehrssicherheit. Zum Teil führen Barrieren im Fußgängernetz in Form von Schienen- und Straßenachsen zu Umwegen bei der Bewältigung von Wegstrecken. Durch Einrichtung zusätzlicher und sicherer Querungsstellen für Fußgänger kann der derzeitige Fußgängeranteil am Modal Split von 25 % zu stabilisieren und langfristig auf 27 % zu erhöhen.

Die Wirkung dieser Einzelmaßnahme beschränkt sich auf Aktionsradien von Fußgängern von ca. 2 km bzw. von ca. 15 min und damit auf bestimmte Stadtbereiche wie z. B. die Altstadt. Ob für die Bewältigung von Wegstrecken bis 2 km eine nennenswerte Verlagerung von MIV-Fahrten durch entsprechende Maßnahmen auf den Fußverkehr verlagert wird, kann nicht benannt werden. Insbesondere im Altstadtbereich kann davon ausgegangen werden, dass für die Bewältigung solch kurzer Wegstrecke der MIV aufgrund der damit verbundenen Notwendigkeit der Parkplatzsuche nicht das priorisierte Verkehrsmittel darstellt. Damit kann eine mit der Einzelmaßnahme verbundene Verringerung der verkehrsbedingten NO₂-Beiträge nicht als Absolutwerte der Verringerung ausgedrückt werden.

7.3 Maßnahmenschwerpunkt C: Stärkung des Radverkehrs in Koblenz

Ziel dieses Maßnahmenschwerpunktes ist die Emissionsreduzierung durch den Umstieg auf das emissionsfreie Verkehrsmittel Fahrrad. Dazu müssen entsprechende Strukturen für den

Radverkehr in Koblenz geschaffen werden, um attraktive und sichere Radwege zur Verfügung zu stellen.

7.3.1 Förderung und Ausbau des Radverkehrs

Die Stadt Koblenz plant durch verschiedene Ansätze bis zum Jahr 2020 den Anteil des Radverkehrs am Modal Split auf 16 % zu steigern, gleichzeitig soll der Anteil des MIV gesenkt werden.

Mittels sechs Maßnahmenelementen soll der Radverkehr gefördert werden:

- Fahrradfreundliche Hauptrouten zum und im Zentrum,
- Konzeption von Radschnellwegen zwischen Umland und Stadt,
- Errichtung der Fahrradstation am Hauptbahnhof mit Serviceangebot,
- (Wieder-)Aufbau eines öffentlichen stadtweiten Fahrradverleihsystems,
- Anbindung des neuen Radwegs B 49 Moselweiß – Lay im Stadtgebiet
- Verbreiterung der Geh- und Radweganlage Horchheimer Eisenbahnbrücke (Oberstromseite)

Weiter plant die Stadt den fahrradfreundlichen Ausbau der ca. 2 km langen Beatusstraße, die als eine Hauptroute im Radverkehrsnetz kategorisiert ist.

Die gebündelte Wirkung der einzelnen Maßnahmenelemente wurde in **Kap. 6.3.4** (Fahrradverkehrsförderung) betrachtet. In der Zusammenwirkung führte dies zu einer mittleren Verringerung der MIV-Fahrten um ca. 2.5 %. Übertragen auf das Stadtgebiet von Koblenz führte dies zu einer geringen Abnahme der NO₂-Gesamtbelastung um weniger als 1 µg/m³ und an einzelnen Straßenabschnitten bis 1 µg/m³.

7.4 Maßnahmenswerpunkt D: Umrüstung des Verkehrs auf Elektro- und Erdgasmobilität

Ziel dieses Maßnahmenswerpunktes ist die Emissionsreduzierung durch den Umstieg auf die emissionsfreie bzw. –arme Elektro- und Erdgasmobilität und damit eine Reduzierung der Luftschadstoffbelastung.

7.4.1 Ausbau Ladeinfrastruktur und Erdgastankstellen mit ergänzenden Maßnahmen

Die Maßnahme umfasst ein bedarfsgerechtes und innovatives Ausbaukonzept für die städtische Ladeinfrastruktur, um so geeignete Bedingungen für die Verbreitung der Elektrofahrzeuge im MIV schaffen; u. a. ist die Errichtung von 212 Ladepunkten im Stadtgebiet vorgesehen. Zudem soll die Verbreitung von Erdgasmobilität (CNG-Mobilität) im Bereich ÖPNV und Warentransport wie durch den Zubau von innerstädtischen Erdgastankstellen gefördert werden.

Die Wirkung der geplanten Erweiterung der im Stadtgebiet gelegenen 15 Ladesäulen auf ca. 100 Ladesäulen wurde in **Kap. 6.4** (Förderung der E-Mobilität, Erweiterung der Ladesäulen) aufgezeigt und führte zu Abnahmen, die im Mittel weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an einzelnen Straßenabschnitten bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ umfassen.

In Bezug auf die Förderung der Erdgasmobilität im Bereich ÖPNV sind seit der Einführung der Abgasnorm EURO VI und den damit verbundenen Prüfmessungen im Realbetrieb die Schadstofffreisetzung von dieselbetriebenen Bussen auf dem Niveau von Bussen mit Erdgasantrieb. Damit kann entsprechend den Ergebnissen in **Kap. 6.3.1** bei einer Vollständigen Umstellung der bestehenden Busflotte auf aktuelle erdgasbetriebene Fahrzeuge eine mittlere Abnahme der NO_2 -Gesamtbelastung um etwas über $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an einzelnen Straßenabschnitten bis $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet werden.

In Bezug auf die Förderung der Erdgasmobilität im Bereich Warentransport weist etwa die Ware Zustellung der Paket- und Kurierdienste mit LNF ein großes Potential zur Verringerung der verkehrsbedingten Stickoxidemissionen im Stadtgebiet von Koblenz auf. Beispielsweise führt ein Austausch von ca. 30 % aller dieselbetriebener LNF der Abgasnorm Euro 5 oder schlechter mit aktuellen CNG-Fahrzeugen zu einer Reduktion der Stickoxidfreisetzungen des LV entlang von Hauptverkehrsstraßen um ca. 3 %. Die damit verbundene Abnahme der NO_2 -Gesamtbelastung entlang diesen Straßen ist damit vergleichbar zu den in **Kap. 6.3.3**

(Mobilitätsstationen) Abnahmen der NO₂-Gesamtbelastung entlang den Koblenzer Hauptverkehrsstraßen.

7.4.2 Elektromobilität im städtischen Fuhrpark

Die Maßnahme sieht die Integration einer möglichst großen Anzahl von Elektrofahrzeugen (Auch solche mit Wasserstofftechnologien) in den städtischen Fahrzeugpool vor. Dabei sollen alle Pkw und Kleintransporter ohne nutzerspezifische Sonderein- und –aufbauten in einem zentral gemanagten Fahrzeugpool organisiert werden.

Die Wirkung dieser Einzelmaßnahme wurde in **Kap. 6.4.1** (Förderung der E-Mobilität, Erweiterung der Ladesäulen) betrachtet und am Beispiel der Umrüstung von 33 PKW bzw. leichten Nutzfahrzeugen/Kleintransportern beschrieben. Die Einzelmaßnahme trägt zur Verringerung der verkehrsbedingten NO₂-Beiträge bei, kann aber nicht als Absolutwerte der Verringerung ausgedrückt werden.

7.5 Maßnahmenschwerpunkt E: Urbane Logistik

7.5.1 Kommunales, betriebliches und schulisches Mobilitätsmanagement

Mittels Sensibilisierung und Beratung von Betrieben (Arbeitgeber, Mitarbeiter) und Schulen (Lehrende/Schüler) sowie Mitarbeitern der Stadtverwaltung ist eine Steigerung der Attraktivität des Umweltverbundes geplant. Dies soll durch verschiedene Elemente wie Job-Ticket, Fahrgemeinschaften und Radverkehrsförderung erreicht werden.

Die Wirkung dieser Einzelmaßnahme soll exemplarisch am Beispiel der Förderung einer umweltverträglichen und eigenständigen Mobilität von Kindern und Jugendlichen zur Bewältigung von Schulwegen zu fördern. Neben der Nutzung des ÖPNV sowie Radfahren wird ein nicht unerheblicher Teil von schulpflichtigen Kindern und Jugendlichen von Erwachsenen mit privaten Kfz zur Schule gebracht und abgeholt, entsprechend Umfragen in einer Stadt bis zu 15 %. In Koblenz wurden derzeit die Schulen im Schuljahr 2016/2017 von insgesamt ca. 12 800 Schülerinnen und Schülern aufgesucht, das betrifft alle Grundschulen und weiterführenden Schulen. Darunter sind etwa 5 500 Schüler der weiterführenden Schulen der Klassen 5 bis 9 enthalten, die nicht wie die Grundschulen in direkter Nachbarschaft zu den Wohnbereichen gelegen sind. Diese weiterführenden Schulen verteilen sich

über das gesamte Stadtgebiet mit gewisser Konzentration auf den zentralen Bereich von Koblenz. Entsprechend den Befragungen lassen sich etwa 3 300 PKW-Fahrten pro Tag ableiten. Verglichen mit den aus den Verkehrsdaten abgeleiteten täglichen Fahrten mit Orientierung in oder aus dem zentralen Stadtgebiet von Koblenz bei etwa 184 400 Kfz/24h entspricht das etwa 1.8% der Fahrten.

Der Wirkungsumfang dieser Einzelmaßnahme ist bezüglich der Förderung der umweltverträglichen und eigenständigen Mobilität von Kindern und Jugendlichen befindet sich zwischen der Wirkung der ÖPNV-Förderung (**Kap. 6.3.2**) und der Wirkung der Mobilitätsstationen (**Kap. 6.3.3**) und kann als im Mittel geringer als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet werden.

Ähnliches Potential zur Reduzierung der NO_2 -Gesamtbelastung durch Verringerung der PKW-Fahrten existiert im Bereich der Stadtverwaltung mit ihren ca. 8 000 Mitarbeitern. Neben der Verlagerung auf den ÖPNV besteht hier die Möglichkeit PKW-Fahrten zur Bewältigung des Arbeitsweges durch Fahrgemeinschaften zu reduzieren.

7.5.2 Umbau des kommunalen Fuhrparks

Das Ziel der Einzelmaßnahme ist eine Reduzierung der Stickoxide die bei der Erfüllung der kommunalen Aufgaben freigesetzt werden. Dies kann durch Nachrüstung mit entsprechenden Filtern oder vorgezogener Ersatz von schweren Nutzfahrzeugen, vorgezogenen Ersatz von PKW und leichten Nutzfahrzeugen durch Plug-in-Hybriden und/oder E-Fahrzeugen sowie eine Umstellung der Kleingeräte durch entsprechende Elektrogeräte realisiert werden. Konkret wird eine Umrüstung von 36 Diesel-LKW von Abgasnorm EURO V auf EURO VI, eine Ersatzbeschaffung von 79 Diesel-LKW und Pritschenwagen mit Abgasnorm EURO IV oder schlechter, eine Ersatzbeschaffung von 12 dieselbetriebenen Bau- und Arbeitsmaschinen und der teilweise Austausch des Kleingerätebestandes.

Die Wirkung dieser Einzelmaßnahme wurde in **Kap. 6.4.2** (Umbau des Kommunalen Fuhrparks) betrachtet und kann bezogen auf die Umrüstung und Ersatzbeschaffung der Straßenfahrzeuge mit einer Verringerung der verkehrsbedingten Beiträge an einzelnen Hauptverkehrsstraßen bis um 5% angenommen werden.

Die Ersatzbeschaffung von dieselbetriebenen Bau- und Arbeitsmaschinen und der teilweise Austausch des Kleingerätebestandes sind ebenfalls mit einer Verringerung der entsprechenden NO_2 -Beiträge verbunden. Aufgrund deren temporären, zum Teil saisonal bedingt, und

kleinräumigen Einsatzes kann diese Verringerung aber nicht als Absolutwerte der Verringerung ausgedrückt werden.

7.6 Maßnahmen Schwerpunkt F: Weitere Arbeitspakete über die Förderschwerpunkte hinaus

7.6.1 Erweiterung der Landstromanschlüsse für Binnenschiffe

Die Einzelmaßnahme „Erweiterung der Landstromversorgungsanlagen für Binnenschiffe“ umfasst die Verbesserung des Landstromversorgungsangebotes aller anlegenden Schiffe über Landstrom anstatt über Dieselaggregate, dessen Wirkung in **Kap. 6.5.1** prognostiziert ist. Im Nahbereich der Hafenanlagen sind deutlich geringere Konzentrationen, die an wenigen Gebäuden Reduktionen bis ca. $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ umfassen. Die Maßnahme ist kleinräumig wirksam, d.h. bis in einen Abstand von ca. 200 m südlich vom Hafen sind NO_2 -Änderungen über $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten.

7.6.2 Öffentlichkeitsarbeit

Der Vielfältigkeit der Maßnahmen zur NO_2 -Senkung erfordert ein integriertes und umfangreiches Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit mittels spezifischen Informationen und Kampagnen (z. B. NeubürgerInnen-Paket, Kampagne zum Radfahren etc.), Aufklärungskampagnen zum umweltschonenden Fahren, zur Förderung von Fahrgemeinschaften und zur Nutzung umweltfreundlicher Mobilitätsarten, Fahrgastinformation im ÖPNV, Informationen für große Flottenbetreiber (z.B. Pflegedienste, Taxen, Carsharing etc.) zur Umstellung auf umweltfreundlichere Antriebe, Vorantreiben der Kampagne „Gemeinsam gegen dicke Luft“ auf freiwilliger Basis etc.

Solche unterstützenden Aktivitäten transportieren die Problemstellung bezüglich NO_2 -Belastungen aktiv in die Öffentlichkeit und sind als Grundlagen für die Akzeptanz von Verhaltensmodifikationen aufzufassen. Direkte Ableitungen für die Vermeidung von Kfz-Fahrten auf den Straßen von Koblenz sind nicht möglich und damit sind keine belastbaren quantitativen Prognosen für Verringerungen der NO_2 -Immissionen aufzeigbar.

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 Emissionshöchst-mengen – 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., Bösing, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Band 20, Heft 1 (2011), 67-73.
<http://schweizerbart.de/papers/metz/detail/20/75684>

- 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., Böisinger, 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): Markthochlaufszzenarien 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.
- 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., Reichenbacher, 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an Stationen des Luftmessnetzes Bayern.
- LfU (2018): Vorläufige Jahreskurzauswertung 2017 für Stickstoffdioxid und Feinstaub. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Stand Januar 2018.
- 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., Böisinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-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).
- TREMODO (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 (2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.3 / Mai 2017. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- 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 A 1
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 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ 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 PM_{10} 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 $\text{PM}_{2.5}$, 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/m ³	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 PM_{2.5}-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM_{2.5}-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 PM_{2.5}-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 umgesetzt.

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM_{2.5}-Richtgrenzwert von 20 µg/m³ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 sollte dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft werden.

A N H A N G A 2

**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 NO₂ erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2007). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO₂-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. A3.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10% bis 30% geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen c zu

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

wobei:	c	=	Abgaskonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	c^*	=	dimensionslose Abgaskonzentration [-]
	Q	=	emittierter Schadstoffmassenstrom [$\mu\text{g}/\text{m s}$]
	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 prognosti-

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

zierten Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

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 Zählraten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10%.

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

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und

für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20% aufweisen.

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

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

A N H A N G A 3

MAßNAHMENSTECKBRIEFE ZU AUSGEWÄHLTEN EINZELMAßNAHMEN DES MAß-

NAHMENSCHWERPUNKTES A

A3 MAßNAHMENSTECKBRIEFE ZU AUSGEWÄHLTEN EINZELMAßNAHMEN DES MAßNAHMENSCHWERPUNKTES A

Gevas-Ausarbeitung