

Endbericht

Wirkungsgutachten Umweltzone für das Stadtgebiet von Koblenz



Quelle: Katrin Freiberg, Stadt Koblenz

für das

Umweltamt
Stadt Koblenz
Bahnhofstraße 47
56068 Koblenz

von

IVU Umwelt GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
79110 Freiburg



Endbericht

Wirkungsgutachten Umweltzone für das Stadtgebiet von Koblenz

für das

Umweltamt
Stadt Koblenz
Bahnhofstraße 47
56068 Koblenz

Bearbeitet von:

Volker Diegmann
Anna Mahlau
Florian Tautz

IVU Umwelt GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
D-79110 Freiburg
Tel: +49 (0) 761 / 88 85 12 - 0
Fax: +49 (0) 761 / 88 85 12 - 12
info@ivu-umwelt.de
www.ivu-umwelt.de

Vorgelegt am 24.01.2019

INHALTSVERZEICHNIS

1	Aufgabenstellung	15
2	Zusammenfassung	17
3	Vorgehensweise	19
3.1	Allgemeines	19
3.2	Kfz-Emissionen mit IMMIS ^{em}	19
3.3	Anpassungen der Emissionsfaktoren des HBEFA	20
3.3.1	Leichte Nutzfahrzeuge	20
3.3.2	Nachrüstung von Linienbussen	21
3.3.3	PM-Aufwirbelung und Abrieb	21
3.4	Hotspot-Analyse mit IMMIS ^{luft}	21
3.5	Bestimmung des NO ₂ -Jahresmittelwerts im Screening	22
3.6	Berechnung der Anzahl von Tagen mit Überschreitung des PM ₁₀ -Tagesgrenzwerts	23
4	Eingangsdaten	25
4.1	Untersuchungsgebiet und Bezugspunkte	25
4.2	Bezugsjahre	27
4.3	Geographische Grundlagendaten	27
4.4	Kfz-Verkehr	28
4.4.1	Straßennetz	28
4.4.2	Verkehrsbelastung der verschiedenen Kfz-Arten	28
4.4.3	Verkehrsbelastung in der geplanten Umweltzone	31
4.4.4	Flottenzusammensetzung	31
4.4.5	Verkehrssituation	33
4.5	Abschnittsbildung für das Screening	33
4.6	Vorbelastung	36
4.7	Meteorologie	36
4.8	Messstationen	37
5	Emissionen	39
5.1	Emissionsbilanzen	39
5.2	Emissionen im Bereich der geplanten Umweltzone	41
6	Ergebnisse	45
6.1	Stickstoffdioxid	45
6.1.1	Gesamtstädtische Belastung	45
6.1.2	Hotspots	50
6.1.3	Vergleich mit Messdaten	55
6.1.4	Umweltzone	56

6.2	PM10	63
6.3	Fazit	73
7	Literatur	75

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 3-1:	Schema der Zusammensetzung der städtischen Gesamtbelastung	19
Abbildung 3-2:	Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM10	23
Abbildung 4-1:	Gesamtstädtisches Untersuchungsgebiet mit Darstellung der Messstationen und der geplanten Umweltzone	25
Abbildung 4-2:	Untersuchungsgebiet	26
Abbildung 4-3:	Straßennetz im Stadtgebiet von Koblenz	29
Abbildung 4-4:	Straßennetz im Bereich der geplanten Umweltzone mit Darstellung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV)	30
Abbildung 4-5:	Straßennetz im Bereich der geplanten Umweltzone mit Darstellung des Anteil Linienbusse	30
Abbildung 4-6:	Screeningabschnitte des Hauptstraßennetzes von Koblenz	35
Abbildung 4-7:	Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung der synthetischen AKS für Koblenz	36
Abbildung 5-1:	NO _x -Emissionen Istzustand 2017	40
Abbildung 5-2:	PM10-Emissionen Istzustand 2017	40
Abbildung 5-3:	NO _x -Emissionen Nullfall 2019 (Abschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone)	42
Abbildung 5-4:	Anteil Linienbus-Emissionen an NO _x -Gesamtemissionen Nullfall 2019 (Abschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone)	42
Abbildung 6-1	Modellierte NO ₂ -Immissionsbelastung für den Istzustand 2017 (Gesamtstadt)	46
Abbildung 6-2	Modellierte NO ₂ -Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Gesamtstadt)	46
Abbildung 6-3	Modellierte NO ₂ -Immissionsbelastung für den Istzustand 2017 (Innenstadt)	47
Abbildung 6-4	Modellierte NO ₂ -Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Innenstadt)	48
Abbildung 6-5	Histogramme der Anzahl bzw. Längen von Screeningabschnitten in Konzentrationsklassen für NO ₂ für den Istzustand 2017	49
Abbildung 6-6	Histogramme der Anzahl bzw. Längen von Screeningabschnitten in Konzentrationsklassen für NO ₂ für den Nullfall 2019	49
Abbildung 6-7	Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO ₂ größer 36 µg/m ³ im Istzustand 2017 (mit [ID] im Gebiet Innenstadt)	52
Abbildung 6-8	Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO ₂ größer 36 µg/m ³ im Istzustand 2017 (mit [ID] in Rübenach)	52
Abbildung 6-9	Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO ₂ größer 36 µg/m ³ im Istzustand 2017 (mit [ID] in Lützel)	53
Abbildung 6-10	Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO ₂ größer 36 µg/m ³ im Istzustand 2017 (mit [ID] in Ehrenbreitstein)	53
Abbildung 6-11	Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO ₂ größer 36 µg/m ³ im Istzustand 2017 (mit [ID] in Moselweiß)	54
Abbildung 6-12	Screeningabschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone mit Angabe der ID	58
Abbildung 6-13	Modellierte NO ₂ -Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Bereich der geplanten Umweltzone)	59
Abbildung 6-14	Modellierte NO ₂ -Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 1“ (Bereich der geplanten Umweltzone)	60

Abbildung 6-15	Modellierte NO ₂ -Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 2“ (Bereich der geplanten Umweltzone)	61
Abbildung 6-16	Modellierte NO ₂ -Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 3“ (Bereich der geplanten Umweltzone)	62
Abbildung 6-17	Modellierte PM ₁₀ -Immissionsbelastung für den Istzustand 2017 (Gesamtstadt)	64
Abbildung 6-18	Modellierte PM ₁₀ -Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Gesamtstadt)	64
Abbildung 6-19	Histogramme der Anzahl bzw. Längen von Screeningabschnitten in Konzentrationsklassen für PM ₁₀ für den Istzustand 2017	65
Abbildung 6-20	Histogramme der Anzahl bzw. Längen von Screeningabschnitten in Konzentrationsklassen für PM ₁₀ für den Nullfall 2019	65
Abbildung 6-21	Modellierte PM ₁₀ -Immissionsbelastung für den Istzustand 2017 (Innenstadt)	66
Abbildung 6-22	Modellierte PM ₁₀ -Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Innenstadt)	67
Abbildung 6-23	Modellierte PM ₁₀ -Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Bereich der geplanten Umweltzone)	69
Abbildung 6-24	Modellierte PM ₁₀ -Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 1“ (Bereich der geplanten Umweltzone)	70
Abbildung 6-25	Modellierte PM ₁₀ -Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 2“ (Bereich der geplanten Umweltzone)	71
Abbildung 6-26	Modellierte PM ₁₀ -Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 3“ (Bereich der geplanten Umweltzone)	72

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1	Korrekturfaktoren für NO _x - und NO ₂ -Emissionsfaktoren	21
Tabelle 4-1:	Geographische Grundlagendaten für Koblenz	27
Tabelle 4-2:	Flottenzusammensetzungen	32
Tabelle 4-3:	Vorbelastungswerte für die Screeningberechnungen	36
Tabelle 4-4:	Jahresmittelwerte für NO ₂ , Ozon und PM ₁₀ für das Bezugsjahr 2017 [µg/m ³] an den ZIMEN-Messstationen in Koblenz und Neuwied sowie der Passivsammlermessungen (iLab) in Koblenz mit Angabe der Stationsart	37
Tabelle 5-1:	Stadtweite Emissionsbilanzen des Kfz-Verkehrs	39
Tabelle 5-2:	Emissionsbilanzen des Kfz-Verkehrs im Bereich der geplanten Umweltzone	41
Tabelle 5-3:	Emissionsbilanzen des Kfz-Verkehrs für PM ₁₀ im Bereich der geplanten Umweltzone	43
Tabelle 6-1:	Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO ₂ größer 36 µg/m ³	51
Tabelle 6-2:	Tabellarischer Vergleich Modell mit Messung an verkehrsnahen Messstationen (Hotspots) 2017	55
Tabelle 6-3:	Screeningabschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone	57
Tabelle 6-4:	Screeningabschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone (in alphabetischer Reihenfolge, Abschnitt im Bereich der Messstation doppelt umrandet)	68

Abkürzungsverzeichnis und Glossar

AKS	s. Ausbreitungsklassenstatistik
Anemometer	Gerät zur Messung der Windgeschwindigkeit, im Regelfall kombiniert mit einem Gerät zur Messung der Windrichtung.
Anemometerhöhe	Höhe, in der der Wind gemessen wird. Bei Übertragung der Messdaten an einen anderen Standort muss die Rauigkeitslänge am Standort des Anemometers und am neuen Standort bekannt sein und die Anemometerhöhe gegebenenfalls angepasst werden.
ArcGIS	Geographisches Informationssystem (GIS) der Esri GmbH.
Aufpunkt	Punkt in einem Untersuchungsgebiet, an dem die Immissionskonzentration gemessen oder berechnet wird.
Ausbreitungsklassenstatistik	Häufigkeitsverteilung der klassifizierten meteorologischen Größen Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der atmosphärischen Schichtung (Klug/Manier Stabilitätsklassen) nach VDI 3782 Blatt 1 (KRdL, 2009) und Blatt 6 (KRdL, 2015)
Ausbreitungsmodell	Modell zur Berechnung der Konzentrationswerte von in der Luft befindlichen Spurenstoffen in einem Modellgebiet.
Ausrichtung	Orientierung einer Straße gegen Nord.
Autobuild	ein dem Verfahren IMMIS ^{build} (s. IMMIS ^{build}) nachgeschalteter Prozess zur Bildung von IMMIS ^{luft} -Abschnitten (s. IMMIS ^{luft})
Baulückenanteil	Anteil der unbebauten Bereiche eines nicht geschlossen bebauten Straßenabschnitts.
Bebauungsabstand	Abstand der Randbebauung eines Straßenabschnitts quer zur Straße. Auch als Straßenraumbreite bezeichnet.
Bezugsjahr	Jahr, für das die Aussagen einer Modellierung ermittelt werden sollen.
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz)
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Bundes-Immissionsschutzverordnung)
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke. I. d. R. ein Jahresmittelwert, der in Kfz/d angegeben wird. Es existieren auch Angaben zu durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTVw), die im Einzelfall mit geeigneten Faktoren in DTV-Werte umgewandelt werden müssen.

Emission	Freisetzung von Stoffen, im Allgemeinen Schadstoffen, in die Umwelt, i. d. R. angegeben in Masse pro Zeiteinheit.
Emissionsfaktor	Emission eines Stoffes durch ein Kfz auf einer Wegstrecke oder für eine Anzahl bzw. Zeiteinheit eines spezifischen Vorgangs. Wird für ein fahrendes Kfz z. B. in g/(Kfz x m) angegeben.
Euro-Stufe (Euro-Norm)	Aufgrund von EU-Richtlinien vorgegebene Einstufung der Kfz in Schadstoffklassen durch Festlegung von Emissionshöchst-mengen pro Fahrzeug.
Fahrleistung	Summe der von Kfz innerhalb eines Zeitraums zurückgelegten Wegstrecke in einem Bezugsgebiet (z. B. Straße, Straßennetz), gegebenenfalls differenziert nach Fahrzeugkategorien.
Fahrzeugkategorie	Einteilung der Fahrzeuge gemäß HBEFA in Pkw, Leichte Nutzfahrzeuge (LNfz), Schwere Nutzfahrzeuge (SLkw), Reisebusse, Linienbusse und Motorräder.
Fahrzeugschicht	Feinste Differenzierungsebene für Kfz im HBEFA, die die Kfz in Gruppen mit vergleichbarem Emissionsverhalten einteilt und nach Fahrzeugkategorie, Motortyp, Hubraum und Emissionskonzept (Fahrzeugalter bzw. Euro-Stufe) unterscheidet.
Flottenzusammensetzung	Zusammensetzung des gesamten Fahrzeugbestandes, z. B. eines Bundeslandes, oder des fahrleistungsgewichteten Bestandes, z. B. auf einem Straßennetz, unterteilt nach z. B. Euro-Stufen oder Fahrzeugschichten.
Ganglinien	Anteilswerte an Gesamtwerten, wie z. B. Jahresmittelwerten, für bestimmte Zeiteinheiten, z. B. Tagesstunden, Wochentage, Monate, die die zeitliche Variation der Größe beschreiben. Ganglinien können z. B. für verschiedene Fahrzeugkategorien und / oder Straßenarten jeweils als Paket aus sieben Tagesganglinien von je 0 - 24 Uhr zur Aufteilung auf die Tagesstunden der einzelnen Wochentage, einer Wochenganglinie zur Aufteilung auf die Wochentage und einer Monatsganglinie zur Aufteilung auf die Monate vorliegen.
Gaußmodell	Ausbreitungsmodell, das auf der Lösung der stationären Diffusionsgleichung unter einer Reihe einschränkender Randbedingungen beruht.
Gesamtbelastung	An einem verkehrlichen Hotspot ist die Gesamtbelastung die Summe aus regionalem Hintergrund, urbanem Hintergrund und Zusatzbelastung.
Gesamthintergrundniveau	s. Vorbelastung

HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Datenbank mit Informationen zu Flottenzusammensetzungen, Verkehrssituationen und Emissionsfaktoren in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die bei Redaktionsschluss des vorliegenden Gutachtens aktuelle Version 3.3 dient als Grundlage fast aller Berechnungen zu Kfz-Emissionen in Deutschland.
Hotspot	Durch Luftschadstoffe hoch belasteter Bereich.
IMMIS^{cpb}	Immissionsmodell der IVU Umwelt GmbH, Freiburg, zur zeitlich und räumlich hoch aufgelösten Schadstoffmodellierung bei komplexen Einzelfallbetrachtungen in Straßenquerschnitten.
IMMIS^{build}	Programm der IVU Umwelt GmbH, um IMMIS ^{luft} -Straßenabschnitte (s. IMMIS ^{luft}) durch ein automatisiertes Verfahren aus allgemein verfügbaren Datenquellen abzuleiten.
IMMIS^{em}	Emissionsmodell der IVU Umwelt GmbH, Freiburg, zur Berechnung von Emissionen des Straßenverkehrs, basierend auf dem Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA).
IMMIS^{luft}	Screeningmodell der IVU Umwelt GmbH, Freiburg, zur Berechnung der Luftschadstoff-Immissionen in innerstädtischen Straßenräumen.
IMMIS^{net}	Immissionsklimatologische Ausbreitungsmodell der IVU Umwelt GmbH, Freiburg, zur Berechnung und flächenhaften Darstellung der urbanen / regionalen Vorbelastung.
Immission	Einwirkung der Emissionen auf die Umwelt, i. d. R. als Konzentrationswert angegeben.
JMW	Jahresmittelwert
k. A.	keine Angabe
Kaltstart	Start eines Kfz nach einer Abstelldauer von mehr als acht Stunden (echter Kaltstart) und Start nach kürzeren Abstelldauern (Kühlstart)
Kapazität	Größte Verkehrsstärke, die in einem bestimmten Straßenquerschnitt oder auf einer Fahrspur in einer Zeiteinheit erreicht werden kann, angegeben z. B. in Kfz/h.
Kfz	Kraftfahrzeug; Sammelbegriff für motorgetriebene, nichtschienengebundene Landfahrzeuge.
km	Kilometer

Kopplungswerte	IMMIS ^{luft} (s. IMMIS ^{luft}) bestimmt die Konzentration im Straßenraum an zwei definierten Aufpunkten (Rezeptoren) mit Hilfe von sog. Kopplungswerten, die den Zusammenhang zwischen den verkehrsbedingten Emissionen im Straßenraum und den Konzentrationen an den Aufpunkten darstellen.
Level Of Service (LOS)	Verkehrszustand, der im HBEFA in die vier Stufen „flüssig“, „dicht“, „gesättigt“ und „Stop&Go“ differenziert wird.
LLkw	Leichte LKW, s. LNfz (Leichte Nutzfahrzeuge)
LNfz	Leichte Nutzfahrzeuge; Kfz bis einschließlich 3,5 t zulässiger Gesamtmasse
LOS	s. Level of Service
LRP	Luftreinhalteplan
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Luftschadstoffe	Alle in der Umwelt vorkommenden Luftverunreinigungen, die auf den Menschen, auf andere Lebewesen, auf Ökosysteme oder auf Sachgüter schädlich wirken können.
µg/m³	Mikrogramm pro Kubikmeter
µm	Mikrometer
NO₂	Stickstoffdioxid
NO_x	Stickstoffoxid. Sammelbezeichnung für verschiedene gasförmige Verbindungen, die aus Stickstoff (N) und Sauerstoff (O) aufgebaut sind, hier NO und NO ₂ .
Nutzfahrzeuge, leichte (LNfz)	Kfz bis einschließlich 3,5 t zulässiger Gesamtmasse
Nutzfahrzeuge, schwere (SNfz)	Kfz über 3,5 t zulässiger Gesamtmasse
Pkw	Personenkraftwagen
Rauigkeitslänge	z ₀ ; Beschreibung der Bodenrauigkeit an einem Standort oder im Untersuchungsgebiet, abhängig von der Landnutzung.
Regionalmodell	Mesoskaliges Modell zur Berechnung der Schadstoffkonzentrationen für Regionen, Gebiete oder Städte.
Schadstoffminderungsstufe	s. Euro-Stufe

Schichtanteil	Anteil einer Fahrzeugschicht innerhalb einer Fahrzeugkategorie.
Screeningmodell	Vereinfachter Modellierungsansatz zur Berechnung von Konzentrationen in bebauten Straßenabschnitten.
SLkw	Schwere LKW, s. SNfz (Schwere Nutzfahrzeuge)
SNfz	Schwere Nutzfahrzeuge; Kfz über 3,5 t zul. Gesamtmasse
Straßenraumbreite	s. Bebauungsabstand
SynAKS	synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
Überdachkonzentration	Vorbelastung eines Straßenabschnitts, die z. B. mit einem Regionalmodell ohne Berücksichtigung von Gebäuden als gedachtes Konzentrationsniveau über den Dächern des Straßenabschnitts modelliert wird.
UWZ	Umweltzone
VB	Vorbelastung
Verkehrsbelastung	s. Verkehrsstärke
Verkehrssituation	Charakterisierung der verkehrlichen Merkmale eines Straßenabschnitts durch z. B. Verbindungstyp (Autobahn, Außer- oder Innerortsstraße), Ausbaugrad, Tempolimit, Kurvigkeit, usw. Im HBEFA sind die Verkehrssituationen durch Linearkombinationen von Fahrmustern definiert.
Verkehrsstärke	Anzahl der Kfz, die pro Zeiteinheit einen Querschnitt einer Straße oder Fahrspur passieren, i. d. R. angegeben als DTV.
Verkehrszusammensetzung	Zusammensetzung des Fahrzeugbestandes nach Fahrzeugkategorien.
VISUM	Software für Verkehrsanalysen und -prognosen der Firma PTV
Vorbelastung	Immissionsbelastung, die aus Emissionen resultiert, die bei der Ausbreitungsrechnung nicht explizit berücksichtigt wurden. Als alternativer Begriff wird für Vorbelastung häufig auch Gesamthintergrundniveau verwendet.
z₀	s. Rauigkeitslänge
Zusatzbelastung	Immissionsbelastung, die aus den bei einer Ausbreitungsrechnung explizit berücksichtigten Emissionen resultiert. Wird i. d. R. nur für Berechnungen mit Screening- und Detailmodellen verwendet.

1 Aufgabenstellung

Für den Innenstadtbereich von Koblenz sollte die Wirkung von verschiedenen Varianten einer möglichen Umweltzone auf die Immissionsbelastung mittels Modellberechnungen abgeschätzt werden. Dazu wurde zuerst der Istzustand für das Bezugsjahr 2017 und ein sogenannter Prognosenullfall 2019 ohne Einführung einer Umweltzone berechnet. Darauf aufbauend wurde die Wirkung von drei Szenarien unterschiedlich ausgestalteter Umweltzonen berechnet.

Insgesamt wurden die folgenden fünf Fälle berechnet:

- Istzustand für das Jahr 2017
- Nullfall für das Jahr 2019
- Umweltzone 1 (nur grüne Plakette, Ausnahme Linienbusse) für das Jahr 2019
- Umweltzone 2 (nur grüne Plakette, keine Ausnahme Linienbusse) für das Jahr 2019
- Umweltzone 3 (nur grüne Plakette, Ausnahme Linienbusse, modernisierte Flotte evm) für das Jahr 2019

Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt auf der Basis von berechneten Immissionen für NO₂ und PM₁₀.

Anmerkung:

Im Text wird der Punkt als Dezimaltrennzeichen verwendet. Schadstoff-Konzentrationen werden gemäß der EU-Richtlinie auf ganze Stellen gerundet. Eine Überschreitung wird dann angenommen, wenn dieser gerundete Wert den erlaubten Grenzwert überschreitet. Daraus folgt, dass z. B. bei NO₂ ein Jahresmittelwert von 40.4 µg/m³ auf 40 µg/m³ gerundet und damit nicht als Überschreitung des Grenzwertes gezählt wird. Dies wurde bei allen Berechnungen und Auswertungen berücksichtigt. Wegen der besseren Lesbarkeit wird im Text von der Anzahl der Überschreitungen von 40 µg/m³ gesprochen.

2 Zusammenfassung

Für den Innenstadtbereich von Koblenz wurde die Wirkung von verschiedenen Varianten einer möglichen Umweltzone auf die Immissionsbelastung mittels Modellberechnungen abgeschätzt. Insgesamt wurden Emissionen und Immissionen für NO_x/NO₂ und PM₁₀ für die folgenden fünf Fälle berechnet:

- Istzustand für das Jahr 2017
- Nullfall für das Jahr 2019
- Umweltzone 1 (nur grüne Plakette, Ausnahme Linienbusse) für das Jahr 2019
- Umweltzone 2 (nur grüne Plakette, keine Ausnahme Linienbusse) für das Jahr 2019
- Umweltzone 3 (nur grüne Plakette, Ausnahme Linienbusse, modernisierte Flotte evm) für das Jahr 2019

Das Untersuchungsgebiet umfasst das Stadtgebiet von Koblenz. Die räumliche Ausdehnung der geplanten Umweltzone ist dem Gutachten LOHMEYER (2010) entnommen worden.

Für das relevante Straßennetz im Untersuchungsgebiet wurden abschnittsweise Emissionen des Kfz-Verkehrs berechnet. Zum Einsatz kam das auf dem aktuellen HBEFA der Version 3.3 basierende Modell IMMIS^{em} Version 7 (IVU UMWELT, 2017). Die Verkehrsbelastungen wurden aus der Lärmkartierung für die vorliegende Untersuchung übernommen. Um Änderungen im Verkehrsaufkommen bei Einführung einer Umweltzone zu berücksichtigen, wurde nach Vorgaben des Auftraggebers davon ausgegangen, dass 50 % der Fahrzeuge ohne grüne Plakette, die nicht mehr in die Umweltzone einfahren dürfen, durch Fahrzeuge mit grüner Plakette ersetzt werden. Zusätzlich zu den sich für eine Umweltzone ergebenden Änderungen in der Flottenzusammensetzung wurden die DTV-Werte und Anteile von leichten und schweren Lkw dahingehend angepasst. Für die Berechnung des Planfalls Umweltzone 3 wurden Daten zu der geplanten Modernisierung der Linienbusflotte der evm Verkehrs GmbH berücksichtigt.

Von 2017 bis 2019 nehmen im Straßennetz die NO_x-Emissionen um 15 % und die PM₁₀-Emissionen um 4 % ab. Die Abnahmen der Emissionen folgen dem im HBEFA 3.3 hinterlegten Trend der kontinuierlichen Flottenerneuerung. Für den Planfall „Umweltzone 1“ wird im Vergleich zum Nullfall 2019 ein Rückgang der NO_x-Emissionen im Bereich der geplanten Umweltzone von 5 % modelliert. Da im Planfall „Umweltzone 2“ auch für Linienbusse die Beschränkung auf Fahrzeuge mit grüner Plakette gilt, sinken hier die NO_x-Emissionen um 19 %. Die Berechnung der NO_x-Emissionen für den Planfall „Umweltzone 3“ zeigt, dass die Modernisierung der Linienbusflotte mit einem Rückgang der NO_x-Emissionen von 20 % minimal wirksamer ist als die Aufhebung der Ausnahmeregelung für Linienbusse.

Die Berechnung der NO₂- und PM₁₀-Immissionen erfolgte für Abschnitte des bebauten Hauptstraßennetzes von Koblenz mit dem Screeningmodell IMMIS^{em/luft} Version 7 (IVU UMWELT 2017). Zur Bildung von IMMIS^{luft}-Abschnitten wurde das halbautomatisches GIS-gestützte Verfahren IMMIS^{build} (IVU UMWELT, 2012) eingesetzt. Ziel der Abschnittsbildung war es, die für die Immissionsverhältnisse ungünstigsten Abschnitte zu identifizieren.

Zur Ermittlung der Gesamtbelastung je Straßenabschnitt wurde in Absprache mit dem Auftraggeber für die NO₂-Vorbelastung der Jahresmittelwert 2017 der Messung am Standort „Kaiserin-Augusta-Anlage“ verwendet. Die zur Berechnung des NO₂-Jahresmittelwerts im Screening notwendige Ozon-Vorbelastung und die Vorbelastung für

den Schadstoff PM10 wurde von Messungen für 2017 von der Station Neuwied-Hafenstraße übernommen.

Für den Istzustand 2017 wurde mit dem Screening für 22 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 1'702 m im Bereich der Innenstadt und in den Ortsteilen Lützel, Ehrenbreitstein und Rübenach eine potenzielle Grenzwertüberschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts von 40 µg/m³ ermittelt. Der Abschnitt mit der höchsten modellierten NO₂-Belastung in Höhe von 50.1 µg/m³ liegt in Ehrenbreitstein.

Zur Qualitätssicherung der Modellierung wurden die mit dem Screeningverfahren berechneten Konzentrationen mit vorhandenen Messwerten der kontinuierlich messenden ZIMEN-Stationen und der diskontinuierlichen Messungen mit Passivsammlern für das Bezugsjahr 2017 verglichen. Der Vergleich zwischen Messung und Modell zeigt Abweichungen von -13.4 % bis +16.9 %, was deutlich in dem durch die EU-Richtlinie erlaubten Bereich von +/-30 % Abweichung liegt. Geringe Unterschätzungen werden an der Messstelle Hohenzollernstraße mit -4.9% und an der Messstelle Hohenfelder Straße mit -3.8 % modelliert. Die größte Unterschätzung tritt in der Bahnhofstraße mit -13.4 % auf. Die Messungen in der Mainzer Straße und in Rübenach werden mit 16.9 % bzw. 15 % überschätzt.

Für den Nullfall 2019 wird im Vergleich zum Istzustand 2017 eine Abnahme der NO₂-Jahresmittelwerte durch die vom HBEFA prognostizierte Flottenerneuerung modelliert. Der Planfall „Umweltzone 1“ (mit dem Einfahrverbot für Fahrzeuge ohne grüne Plakette mit Ausnahme der Linienbusse) zeigt auf Grund des im HBEFA schon für 2019 angenommenen eher geringem Fahrleistungsanteil von Fahrzeugen ohne grüne Plakette nur eine sehr geringe Minderungswirkung auf die modellierten NO₂-Immissionen. Eine höhere Minderungswirkung zeigen die Planfälle, in denen entweder die Ausnahmen der Linienbusse aufgehoben sind (Umweltzone 2) oder die Linienbusflotte mit SCR-Technologie modernisiert wird (Umweltzone 3). Der Planfall „Umweltzone 3“ zeigt dabei eine leicht höhere Minderungswirkung auf die NO₂-Belastungen.

Da die Planfälle auf Grund der getroffenen Annahmen ausschließlich im Bereich der geplanten Umweltzone wirken, wird keine Wirkung auf die modellierten Überschreitungen des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts außerhalb der geplanten Umweltzone prognostiziert.

Sowohl für den Istzustand 2017 wie auch für den Nullfall 2019 wird keine Überschreitung der Grenzwerte für PM10 modelliert. Die untersuchten Planfälle haben nur eine geringe Minderungswirkung auf die PM10-Belastungen, da der große Teil der PM10-Emissionen von den nicht motorbedingten AWAR-Emissionen bestimmt wird, die nur durch eine Abnahme der Fahrleistung beeinflussbar ist.

3 Vorgehensweise

Die Berechnung der NO₂- und PM₁₀-Belastung erfolgte für das bebaute Hauptstraßennetz von Koblenz mit dem Screeningmodell IMMIS^{em/luft} Version 7 (IVU UMWELT 2017). Die Arbeiten wurden dabei entsprechend dem „Leitfaden Modellierung verkehrsbedingter Immissionen“ (LUBW 2015) durchgeführt. Bei der Berechnung der Kfz-Emissionen mit IMMIS^{em} wurde nach VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7 (KRDL 2003) und bei der Screeningberechnung mit IMMIS^{luft} nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 14 (KRDL 2013) vorgegangen.

3.1 Allgemeines

Eine schematische Darstellung, wie sich die Luftbelastung innerhalb einer Stadt zusammensetzt, zeigt Abbildung 3-1. An den verkehrlichen Hotspots ist die Gesamtbelastung die Summe aus regionalem Hintergrund, urbanem Hintergrund und Zusatzbelastung. Im vorliegenden Projekt wird die Zusatzbelastung im Straßenraum mit IMMIS^{luft} berechnet (Abschnitt 3.4) und die Vorbelastung aus regionalen und urbane Hintergrund aus Messungen abgeleitet (Abschnitt 4.6).

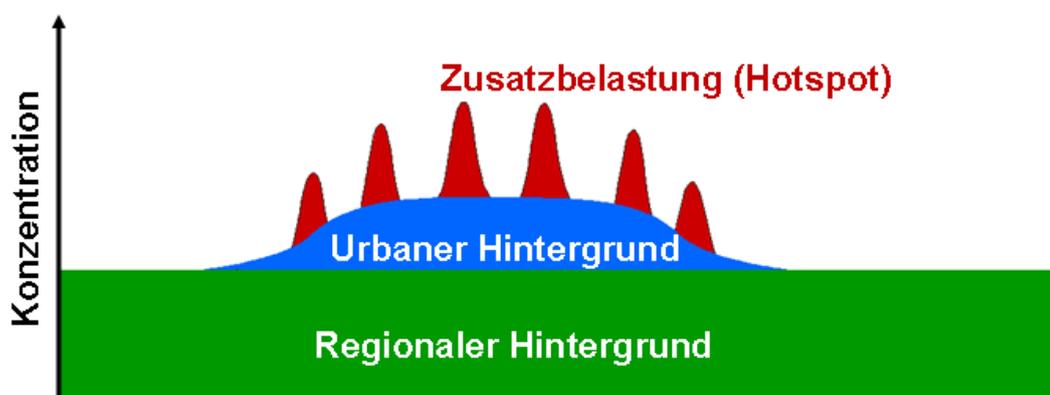


Abbildung 3-1: Schema der Zusammensetzung der städtischen Gesamtbelastung (nach Lenschow et al., 2001)

3.2 Kfz-Emissionen mit IMMIS^{em}

Für das relevante Straßennetz im Untersuchungsgebiet wurden abschnittsweise Emissionen des Kfz-Verkehrs berechnet. Zum Einsatz kam das von IVU Umwelt kontinuierlich weiterentwickelte Modell IMMIS^{em} Version 7 (IVU UMWELT, 2017).

Das Modell berechnet, basierend auf dem aktuellen Handbuch für Emissionsfaktoren HBEFA 3.3 (INFRAS 2017) und der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (KRDL 2003), die Emissionen des Straßenverkehrs. Dazu nötige Eingangsdaten, wie die Verkehrsbelastung durch die verschiedenen Kfz-Arten und die Festlegung der Verkehrssituationen als Kombinationen aus Gebiet, Straßentyp, Tempolimit und Level of Services (LOS), wurden, so weit vorhanden, aus den bestehenden Daten der Lärmkartierung (Lärmkontor, 2013) übernommen bzw. aus dort vorhandenen Informationen abgeleitet.

In IMMIS^{em} ist ein Modell zur Bestimmung der Verkehrsqualität enthalten, das unter Zuhilfenahme von Kapazitäten und Anzahl Fahrspuren die Aufteilung des Verkehrs auf die vier Verkehrsqualitätsstufen (LOS) berechnet. Die dazu benötigte Information zur Anzahl

der Fahrspuren wurde aus OpenStreetMap-Daten extrahiert und an Hand von Luftbildern (Abschnitt 4.3) überprüft.

Ergänzt wird die Emissionsberechnung in IMMIS^{em} um ein Modell zur Abbildung von Kaltstartzuschlägen entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (KRDL 2003).

IMMIS^{em} ist als IMMIS^{arc} in das geographische Informationssystem ArcGIS integriert und erlaubt damit eine direkte Bearbeitung und Modellierung der Verkehrsemissionen im GIS. Dies gewährleistet zum einen die unmittelbare Kombination mit Basisdaten aller Art und der Visualisierung im Bezug zu diesen ein wichtiger Baustein zur Qualitätssicherung und erlaubt zum anderen eine sehr effektive Arbeitsweise, da die Daten so direkt für die Verwendung in Ausbreitungsmodellen und für die statistische und kartographische Auswertung und Darstellung zur Verfügung stehen.

3.3 Anpassungen der Emissionsfaktoren des HBEFA

3.3.1 Leichte Nutzfahrzeuge

Im aktuellen HBEFA in der Version 3.3 wurden Korrekturen der NO_x- und NO₂-Emissionsfaktoren von Diesel-Pkw der Emissionsstufen Euro-Stufen 4 bis 6 gegenüber der Vorgängerversion HBEFA 3.2 vorgenommen. Dabei wurden bei Diesel-Pkw neue Basisemissionsfaktoren für die Stufe E6 bestimmt und für die drei Stufen E4 bis E6 eine Temperaturabhängigkeit der Emissionsfaktoren eingeführt. Zusätzlich wurde gegenüber dem HBEFA 3.2 die Euro-Stufe E6c durch die Stufen E6d1 und E6d2 ersetzt.

Es ist davon auszugehen, dass die für die genannten Diesel-Pkw vorgenommen Änderungen im HBEFA 3.3 in gleicher Weise auch für die entsprechenden Emissionsstufen der leichten Nutzfahrzeuge (LNfz) gelten müssten. Entsprechende Änderungen wurden aber im HBEFA 3.3 nicht vorgenommen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurden deshalb anhand der Emissionsfaktoren des HBEFA 3.2 und 3.3 für Diesel-Pkw für die Bezugsjahre 2017 und 2019 entsprechende Korrekturfaktoren auch für Diesel-LNfz abgeleitet. In Tabelle 3-1 wird die Korrektur der NO_x- und NO₂-Emissionsfaktoren für die Diesel-LNfz ab E4 dargestellt. Im HBEFA 3.3 werden die LNfz der Emissionsstufe E6 unterschieden in E6 und E6c und die der Pkw in E6 und E6d1. Die Korrekturfaktoren der Pkw E6d1 werden den LNfz E6c zugeordnet. Die ebenfalls im HBEFA 3.3 vorhandene Emissionsstufe E6d2 bei Pkw findet hier keine Anwendung.

Tabelle 3-1 Korrekturfaktoren für NO_x- und NO₂-Emissionsfaktoren des HBEFA 3.3 für Diesel-LNfz ab Euro 4 für die Bezugsjahre 2017 und 2019

Konzept	2017	2019
LNfz Diesel M+N1-I Euro-4	1.17	1.17
LNfz Diesel N1-II Euro-4	1.17	1.17
LNfz Diesel N1-III Euro-4	1.17	1.17
LNfz Diesel M+N1-I Euro-5 DPF	1.34	1.34
LNfz Diesel N1-II Euro-5 DPF	1.34	1.34
LNfz Diesel N1-III Euro-5 DPF	1.34	1.34
LNfz Diesel M+N1-I Euro-6 DPF	2.09	2.15
LNfz Diesel N1-II Euro-6 DPF	2.09	2.15
LNfz Diesel N1-III Euro-6 DPF	2.09	2.15
LNfz Diesel M+N1-I Euro-6c DPF	1.10	1.10
LNfz Diesel N1-II Euro-6c DPF	1.10	1.10
LNfz Diesel N1-III Euro-6c DPF	1.10	1.10

3.3.2 Nachrüstung von Linienbussen

Für den Fall „Umweltzone 3“ wurde eine durch Nachrüstung modernisierte Flotte der Linienbusse berücksichtigt (Abschnitt 4.4.3). Einem Vorschlag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur folgend (IVU UMWELT, 2018) wurde für die Nachrüstung von Linienbussen mit SCR-Technologie von einer Minderungswirkung auf den NO_x-Emissionsfaktor auf 28 % bei Euro III und Euro IV sowie auf 30 % bei Euro V (EGR) ausgegangen.

3.3.3 PM-Aufwirbelung und Abrieb

Im Unterschied zu Stickoxiden werden bei Partikel-Emissionen des Kfz-Verkehrs für die beiden Größenfraktionen PM₁₀ und PM_{2.5} nicht nur die auspuffbedingten Emissionen berücksichtigt, sondern auch Emissionen, die durch Kfz-bedingte Aufwirbelung und Abrieb (AWAR) entstehen. Die auspuffbedingten Partikelemissionen werden durch das HBEFA vorgegeben. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Auspuffpartikel kleiner als 2.5 µm sind und damit vollständig in der Größenfraktion PM_{2.5} enthalten sind. In IMMIS^{em} ist die Modellierung der PM₁₀-Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb (AWAR) entsprechend der Verkehrssituationen nach DÜRING & SCHMIDT (2011) implementiert und wird als Grundlage der Emissionsmodellierung angesetzt.

3.4 Hotspot-Analyse mit IMMIS^{luft}

Die Zusatz- und Gesamtbelastung in bebauten Straßenräumen wurde mit Hilfe des Screeningmodells IMMIS^{luft} ermittelt. Das Modell berechnet für bebauungs- und verkehrshomogene Straßenabschnitte jeweils einen Wert der Zusatzbelastung auf Basis von sogenannten Kopplungswerten und den verkehrsbedingten Emissionen des jeweiligen Straßenabschnitts unter Berücksichtigung des Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit. Die Kopplungswerte stellen den Zusammenhang zwischen den Emissionen im Straßenraum und der zu berechnenden Zusatzbelastung her. Sie werden auf der Basis einer

meteorologischen Zeitreihe oder Statistik für verschiedene Straßenraumgeometrien mit dem Modell IMMIS^{cpb} vorprozessiert (WIEGAND, G.; DIEGMANN, V. 1994).

Da von einem Screeningverfahren im Allgemeinen eine konservative Berechnung der Konzentration im Sinne einer tendenziellen Überschätzung verlangt wird, wird bei IMMIS^{luft} die Zusatzbelastung pro Straßenabschnitt für zwei fest definierte Aufpunkte im Straßenquerschnitt in der minimal erlaubten Messhöhe von 1.5 m, beidseits der Straße im Abstand von 15 % des Bebauungsabstandes (quer zur Straße) von der Bebauung, berechnet. Ausgegeben wird der höhere der beiden berechneten Werte.

Ein Straßenabschnitt wird als in sich homogen bezeichnet, wenn er auf beiden Seiten homogen, d. h. mit einer Höhendifferenz von bis zu $\pm 10\%$ der durchschnittlichen Höhe, durchgehend bebaut und mindestens doppelt so lang wie breit ist. Um Baulücken in einem Straßenabschnitt zu berücksichtigen, kann eine Porosität vorgegeben werden, die sich aus Länge und Breite des Straßenabschnitts sowie der bebauten Länge berechnet. Für Porositäten $> 90\%$ wird von einem Straßenabschnitt ohne Bebauung ausgegangen, für den der Einsatz von IMMIS^{luft} nicht gültig ist. Bei Abschnitten ohne Randbebauung ist von einer deutlich niedrigeren Luftschadstoffbelastung auszugehen als bei Abschnitten mit vergleichbarem Verkehrsaufkommen und einer vorhandenen Randbebauung. Außerdem liegt bei fehlender Bebauung auch keine direkte Betroffenheit vor. Straßenabschnitte ohne Randbebauung werden in der vorliegenden Untersuchung nicht betrachtet. Die Bildung der Screening-Abschnitte und die Ermittlung der Straßenraumgeometrie für das Screening mit IMMIS^{luft} wird in Abschnitt 4.5 beschrieben.

Bei einem Vergleich von mit einem Screening-Verfahren berechneten Konzentrationen mit realen Messwerten muss immer berücksichtigt werden, dass es sich bei einem Screeningverfahren um ein stark vereinfachtes Verfahren handelt.

3.5 Bestimmung des NO₂-Jahresmittelwerts im Screening

NO₂ ist ein chemisch aktiver Stoff, der in der Atmosphäre einer Reihe von Reaktionen mit unterschiedlichen Stoffen unterliegt. Die NO₂-Konzentration in der Straßenschlucht setzt sich daher zusammen aus der NO₂-Vorbelastung, dem durch den Kfz-Verkehr direkt emittierten NO₂ und dem durch chemische Umwandlungen produzierten oder eliminierten NO₂. Die chemischen Reaktionen, an denen NO₂ beteiligt ist, unterscheiden sich dabei in ihrer Geschwindigkeit und ihrer Komplexität.

In der vorliegenden Untersuchung wurde für die Berechnung des NO₂-Jahresmittelwerts in Hotspots der Ansatz nach DÜRING & BÄCHLIN (2009) verwendet. Er beruht auf dem Ansatz nach HERTEL & BERKOWICZ (1989), arbeitet aber mit Jahresmittelwerten. Die Übertragbarkeit der Gleichungen aus HERTEL & BERKOWICZ (1989) auf Jahresmittelwerte wurde dabei nicht theoretisch abgeleitet, sondern empirisch durch den Vergleich mit Messdaten überprüft. Die bei HERTEL & BERKOWICZ zeitabhängigen Größen J , k und τ werden in DÜRING & BÄCHLIN (2009) als konstante Parameter wie folgt festgelegt:

$$J = 0.0045 \text{ s}^{-1}$$

$$k = 0.00039 \text{ (ppb s)}^{-1}$$

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

Als Eingangsdaten gehen die NO_x-Gesamtbelastung in der Straßenschlucht, die Hintergrundkonzentrationen von NO_x, NO₂ und O₃ sowie der Anteil der primären NO₂-Emissionen an den NO_x-Emissionen als Jahresmittelwerte in die Berechnung ein. Als Ergebnis werden Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung berechnet.

3.6 Berechnung der Anzahl von Tagen mit Überschreitung des PM10-Tagesgrenzwerts

Zur Bestimmung der Anzahl an Tagen mit Überschreitungen des PM10-Tagesgrenzwerts in Höhe von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird in LUBW (2015) ein Ansatz auf der Basis des Jahresmittelwerts von PM10 aufgezeigt. Eine Darstellung dieser Funktion findet sich in Abbildung 3-2. Bei einem Jahresmittelwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird der Grenzwert von 35 Überschreitungen im Jahr erreicht.

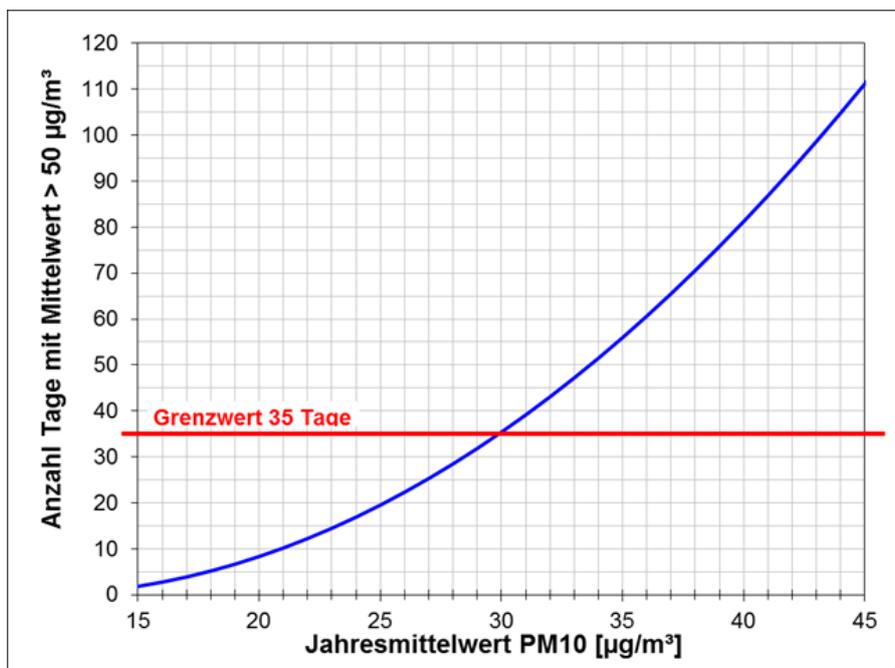


Abbildung 3-2: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM10 und der Anzahl Tage mit einem PM10-Tagesmittelwert über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

4 Eingangsdaten

4.1 Untersuchungsgebiet und Bezugspunkte

Das Untersuchungsgebiet umfasst das Stadtgebiet von Koblenz und ist zusammen mit der Ausdehnung der geplanten Umweltzone, den ZIMEN-Messstationen sowie Passivsammlern (LFU, 2018) für das gesamte Koblenzer Stadtgebiet und die nord-westlich gelegene Hintergrund-Messtation in Neuwied in Abbildung 4-1 sowie als Ausschnitt in Abbildung 4-2 dargestellt.

Die räumliche Ausdehnung der geplanten Umweltzone ist dem Gutachten LOHMEYER (2010) entnommen worden.

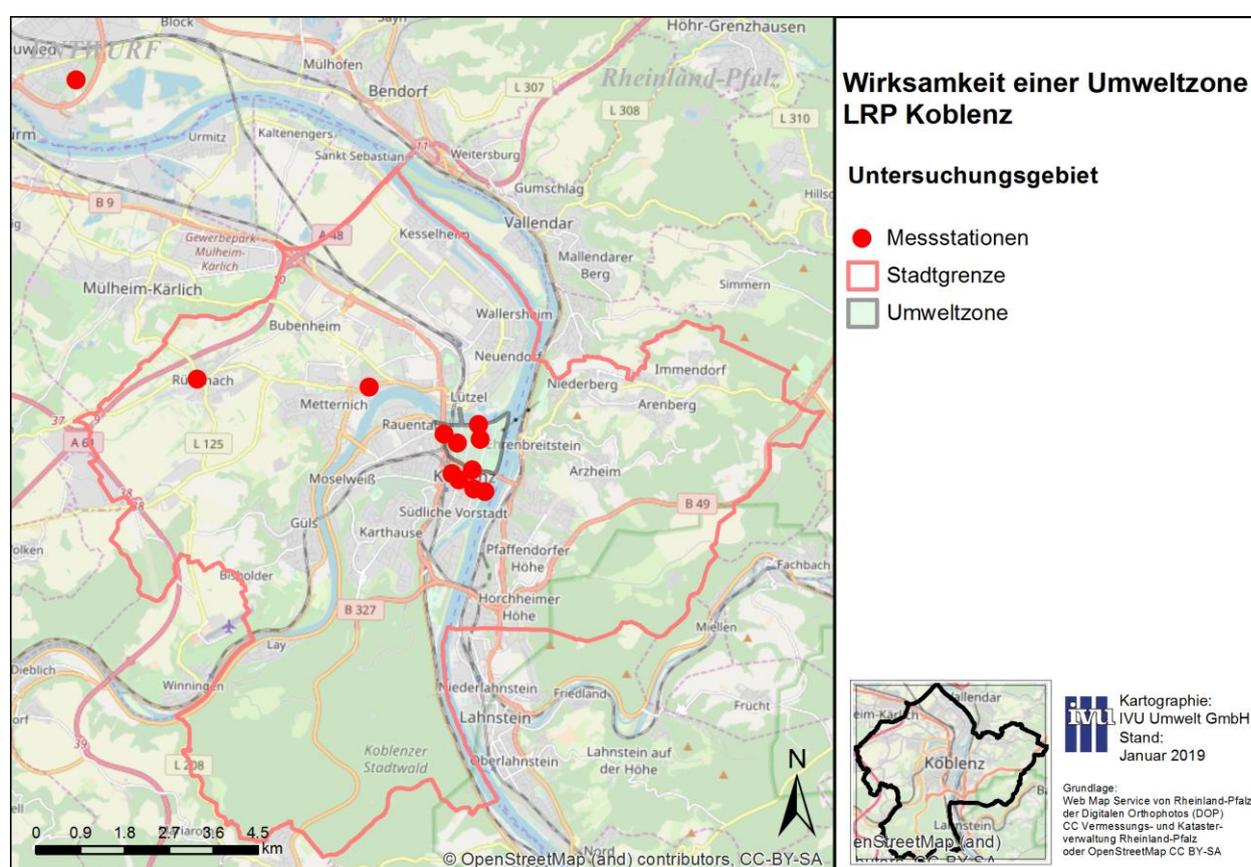


Abbildung 4-1: Gesamtstädtisches Untersuchungsgebiet mit Darstellung der Messstationen und der geplanten Umweltzone

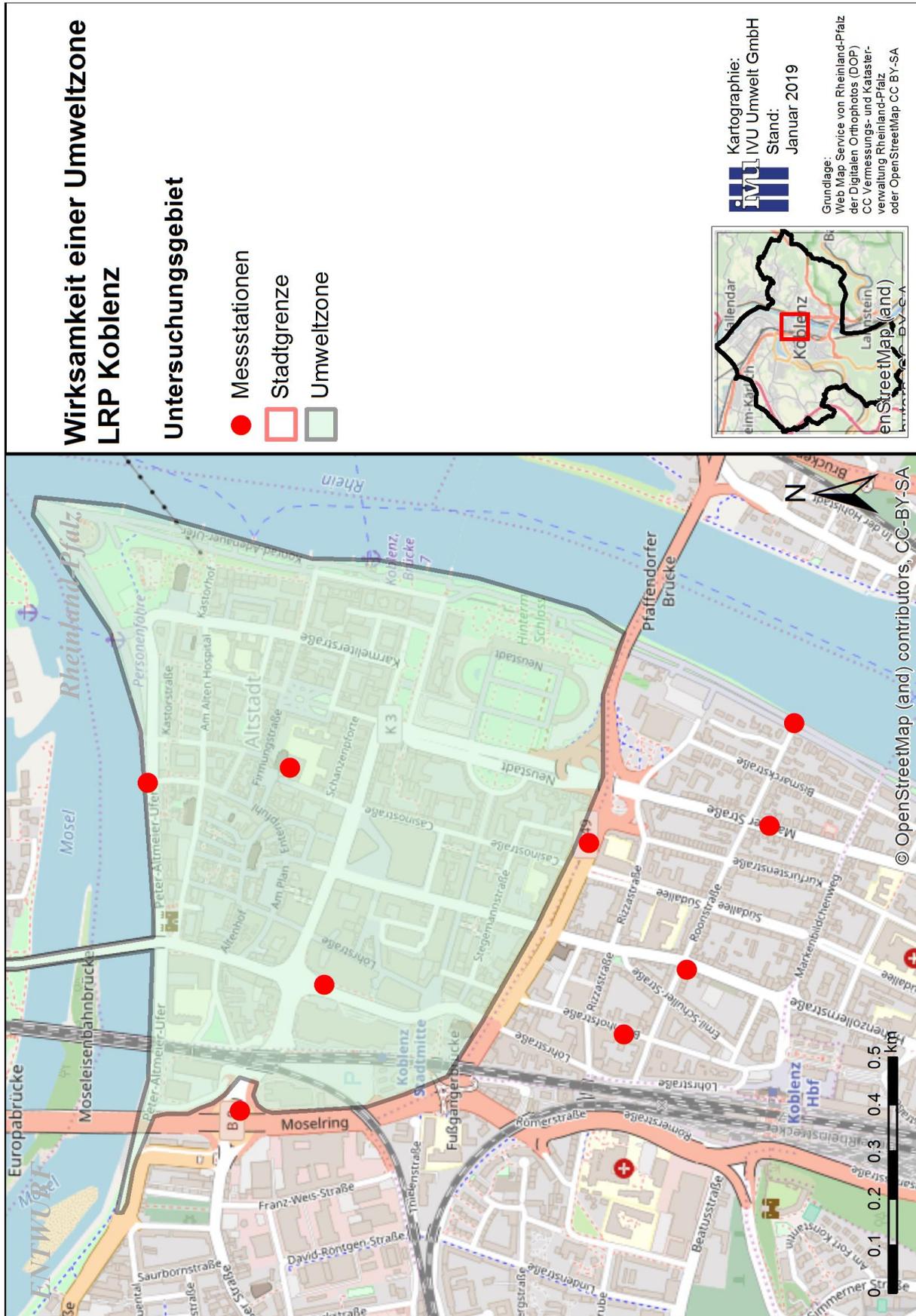


Abbildung 4-2: Untersuchungsgebiet mit Darstellung der Messstationen im Bereich der Innenstadt und der geplanten Umweltzone

4.2 Bezugsjahre

Die Bezugsjahre der Berechnung der Kfz-Emissionen sind für den Istzustand das Jahr 2017 sowie für die Prognose das Jahr 2019.

Insgesamt wurden Emissionen und Immissionen für NO₂ und PM₁₀ für die folgenden fünf Fälle berechnet:

- Istzustand für das Jahr 2017
- Nullfall für das Jahr 2019
- Umweltzone 1 (nur grüne Plakette, Ausnahme Linienbusse) für das Jahr 2019
- Umweltzone 2 (nur grüne Plakette, keine Ausnahme Linienbusse) für das Jahr 2019
- Umweltzone 3 (nur grüne Plakette, Ausnahme Linienbusse, modernisierte Flotte evm) für das Jahr 2019

4.3 Geographische Grundlagendaten

Als geographische Grundlagen wurden die in Tabelle 4-1 aufgeführten Daten in der Untersuchung genutzt, die zum Teil vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden.

Tabelle 4-1: Geographische Grundlagendaten für Koblenz

Beschreibung	Datentyp	Quelle
Gelände	GIS-Datensatz	Umweltamt, Stadt Koblenz
3D-Gebäudemodelldaten (LOD2)	GIS-Datensatz mit Gebäudeumrissen und -höhen	Stadtvermessung, Stadt Koblenz
3D-Gebäudemodelldaten (LOD1)	GIS-Datensatz mit Gebäudeumrissen und -höhen	Landesamt für Vermessung und Geoinformation Rheinland-Pfalz
Karten	GIS-Dienst	OpenStreetMap CC BY-SA (2018)
Digitales Straßennetz	GIS-Datensatz	Umweltamt, Stadt Koblenz
Digitale Orthophotos (DOP)	GIS-Dienst/Web Map Service von Rheinland-Pfalz	Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz

4.4 Kfz-Verkehr

4.4.1 Straßennetz

Grundlage für die Berechnung der netzbasierten Kfz-Emissionen war das für das Untersuchungsgebiet von der Stadt Koblenz zur Verfügung gestellte georeferenzierte Straßennetz, welches aus der Lärmkartierung stammt (LÄRMKONTOR, 2013).

4.4.2 Verkehrsbelastung der verschiedenen Kfz-Arten

Das zur Verfügung gestellte Straßennetz (Abschnitt 4.4.1) war abschnittsweise mit in der Lärmkartierung verwendeten Belastungszahlen zum durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) und dem Anteil schwerer Lkw attribuiert. Diese Verkehrsbelastungen wurden für die vorliegende Untersuchung übernommen.

In Ergänzung und in Korrektur zu den oben beschriebenen Daten wurden im Innenstadtbereich basierend auf Daten der Stadt zusätzlich Straßen digitalisiert und sowohl DTV-Zahlen als auch Anteile schwerer Lkw hinzugefügt. Der DTV ist für das Stadtgebiet von Koblenz in Abbildung 4-3 und für den Bereich der geplanten Umweltzone in Abbildung 4-4 dargestellt.

Zum Anteil der leichten Nutzfahrzeuge und der Motorräder am DTV lagen in dem zur Verfügung gestellten Daten keine Angaben vor. Sie wurden pauschal für leichte Nutzfahrzeuge auf 5 % und für Motorräder auf 1 % gesetzt.

Die Busbelegung wurde vom Auftraggeber lagebezogen als Shapedatei zur Verfügung gestellt. Da keine Verknüpfung zu dem in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Straßennetz bestand, wurde die Busbelegung manuell den entsprechenden Abschnitten des Straßennetzes aus Abschnitt 4.4.1 zugeordnet und ein Anteil der Linienbusse am DTV berechnet. Die Anteile der Linienbusse im Bereich der geplanten Umweltzone sind in Abbildung 4-5 dargestellt.

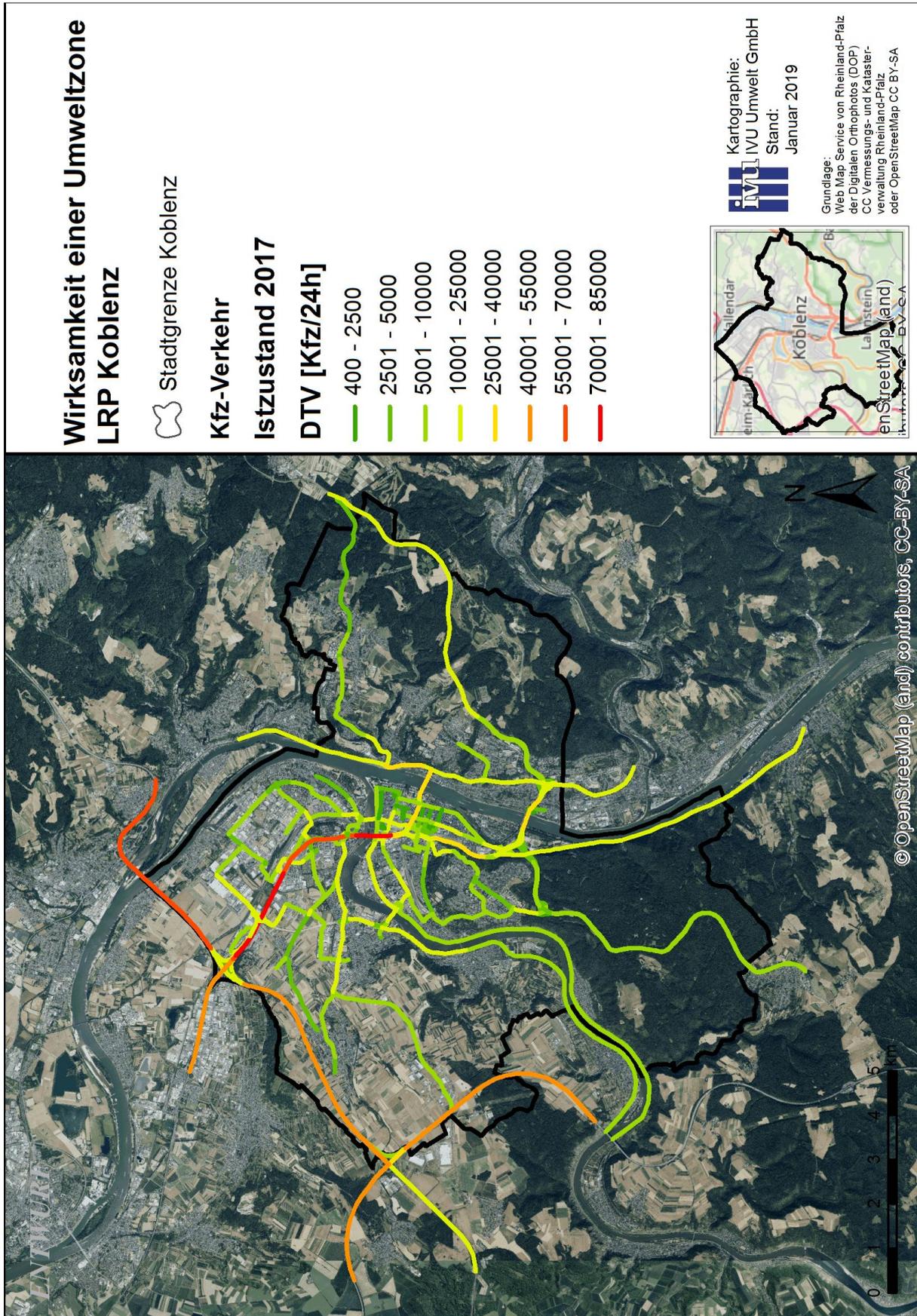


Abbildung 4-3: Straßennetz im Stadtgebiet von Koblenz mit Darstellung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV)

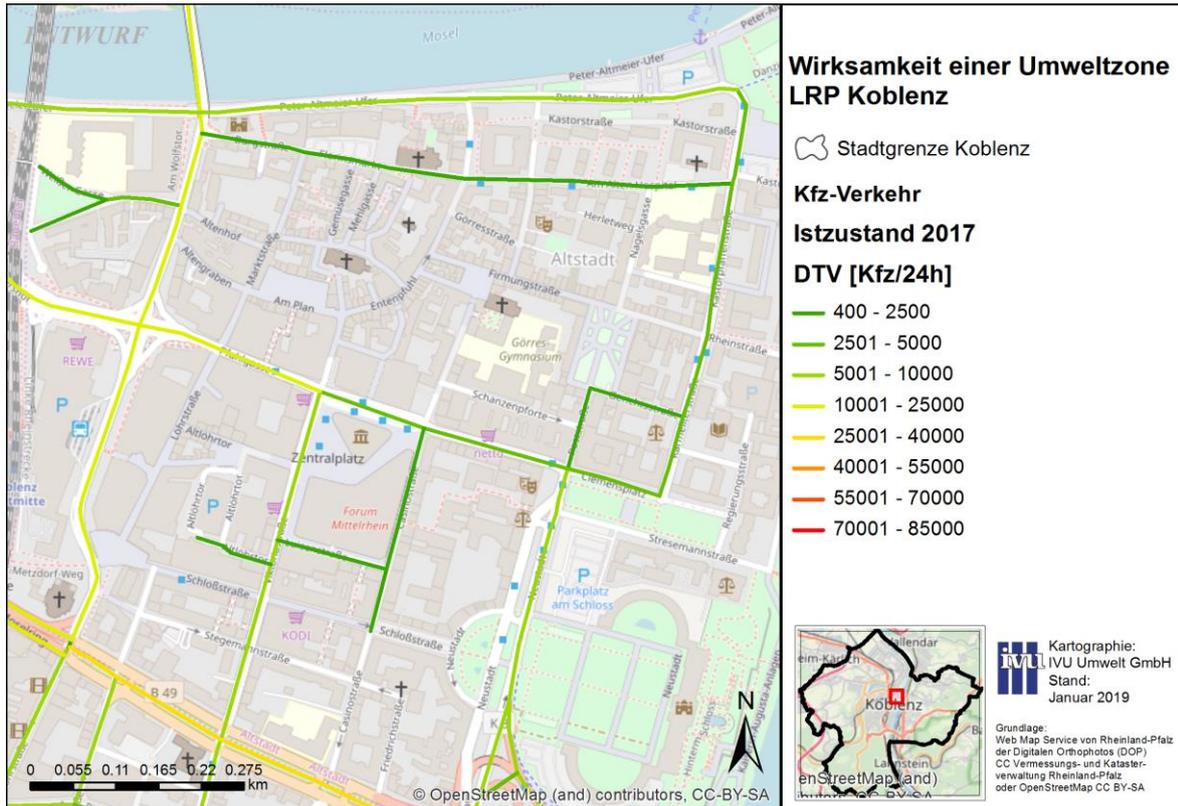


Abbildung 4-4: Straßennetz im Bereich der geplanten Umweltzone mit Darstellung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV)

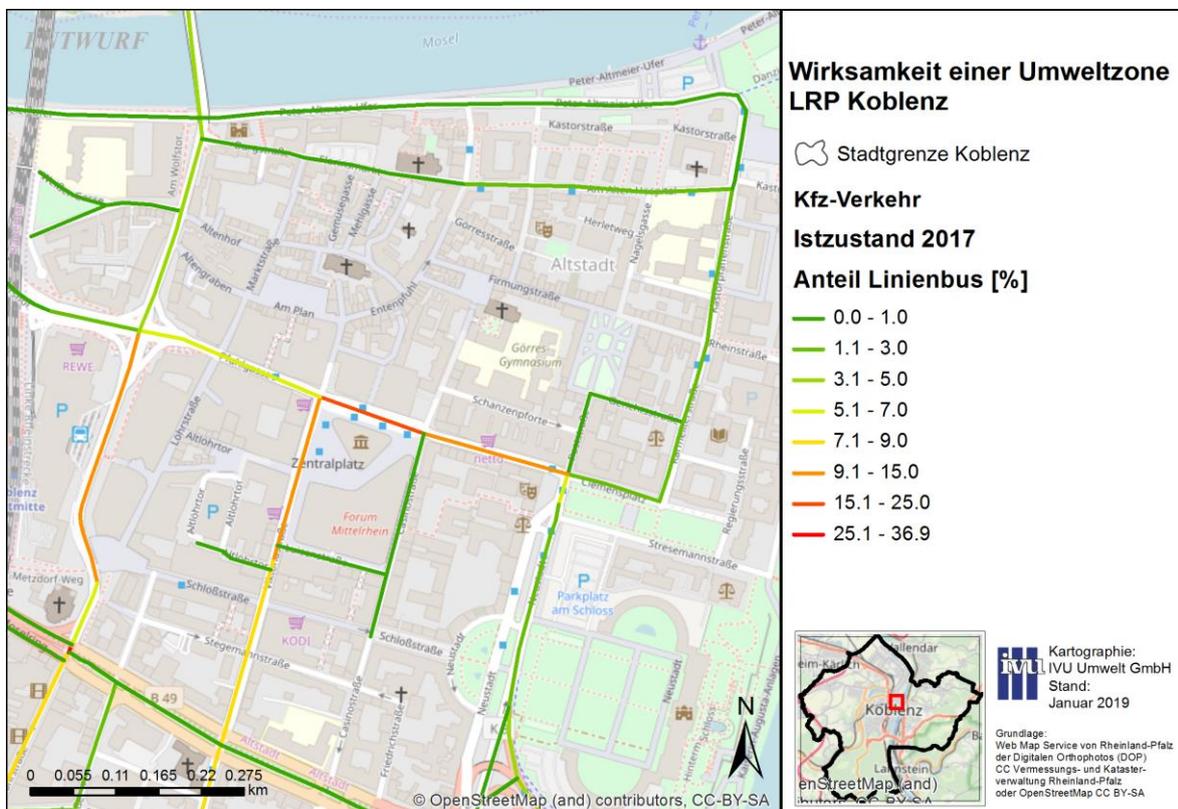


Abbildung 4-5: Straßennetz im Bereich der geplanten Umweltzone mit Darstellung des Anteil Linienbusse

4.4.3 Verkehrsbelastung in der geplanten Umweltzone

Um Änderungen im Verkehrsaufkommen zu berücksichtigen, wurde nach Vorgaben des Auftraggebers davon ausgegangen, dass 50 % der Fahrzeuge ohne grüne Plakette, die nicht mehr in die Umweltzone einfahren dürfen, durch Fahrzeuge mit grüner Plakette ersetzt werden. Zusätzlich zu den Änderungen in der Flottenzusammensetzung wurden die DTV-Werte und Anteile von leichten und schweren Lkw dahingehend angepasst.

Für die Berechnung des Planfalls Umweltzone 3 wurden Daten zu der geplanten Modernisierung der Linienbusflotte der evm Verkehrs GmbH zur Verfügung gestellt. Diese Modernisierung wurde durch einen Korrekturfaktor auf die Emissionen der Linienbusse, wie in Abschnitt 3.3.2 beschrieben, berücksichtigt. Die Flottenzusammensetzung bleibt unverändert.

4.4.4 Flottenzusammensetzung

Für die Bestimmung der Kfz-Emissionen ist nicht der Fahrzeugbestand heranzuziehen, sondern die im Verkehr befindliche dynamische Flottenzusammensetzung, welche für die Bezugsjahre 2017 und 2019 aus dem HBEFA 3.3 entnommen wurde.

Für die Flotte der Linienbusse wurden vom Auftraggeber Fahrleistungen des Verkehrsunternehmens evm Verkehrs GmbH differenziert nach Solo- und Gelenkbussen sowie nach Euronorm für das Jahr 2017 zur Verfügung gestellt. Die Zusammensetzung der Linienbus-Fahrleistung der evm Verkehrs GmbH wurde in Absprache mit dem Auftraggeber auch für die Flotten anderer Betreiber verwendet und für das Bezugsjahr 2019 unverändert beibehalten.

Für die Berechnung der Planfälle Umweltzone 1 bis 3 wurde nach Vorgabe des Auftraggebers (Abschnitt 4.2) die Flottenzusammensetzung so angepasst, dass nur Fahrzeuge mit grüner Plakette fahren dürfen. Die Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge, denen keine Einfahrt in die Umweltzone erlaubt ist, wurden unter Beibehaltung der ursprünglichen Verhältnisse der Fahrleistung auf die erlaubten Fahrzeuge verteilt. Dabei gilt für die Fälle „Umweltzone 1“ und „Umweltzone 3“ für Linienbusse eine Ausnahme vom Einfahrverbot.

Die Flottenzusammensetzung ist für den Istzustand 2017, den Nullfall 2019 und die Planfälle Umweltzone 1 bis 3 in Tabelle 4-2 zusammengestellt.

Tabelle 4-2: Flottenzusammensetzungen den Istzustand 2017, den Nullfall und die Fälle UWZ 1 bis 3 2019 (Angaben in %)

	Fahrzeugtyp	2017	Nullfall 2019	UWZ1/UWZ3	UWZ2
Bus	Bus vor E1	-	-	-	-
	Bus E I	-	-	-	-
	Bus E II	4.1%	4.1%	4.1%	-
	Bus E III	24.2%	24.2%	24.2%	-
	Bus E IV	20.0%	20.0%	20.0%	27.9%
	Bus E V	32.8%	32.8%	32.8%	45.7%
	Bus E VI	18.9%	18.9%	18.9%	26.4%
PKW	Pkw Otto vor E1	0.7%	0.7%	-	-
	Pkw Otto E1	0.7%	0.6%	0.6%	-
	Pkw Otto E2	0.9%	0.6%	0.6%	-
	Pkw Otto E3	2.3%	1.3%	1.4%	-
	Pkw Otto E4	18.5%	13.8%	14.2%	-
	Pkw Otto E5	16.8%	15.1%	15.5%	-
	Pkw Otto E6	9.4%	16.4%	16.9%	-
	Pkw Diesel E1	0.4%	0.3%	-	-
	Pkw Diesel E2	0.8%	0.5%	-	-
	Pkw Diesel E4	2.8%	1.8%	0.3%	-
	Pkw Diesel E5	8.8%	6.1%	6.3%	-
	Pkw Diesel E7	21.9%	16.8%	17.4%	-
	Pkw Diesel E8	16.0%	26.2%	27.0%	-
	leichte Nfz	LNfz Otto vor E1	0.2%	0.2%	-
LNfz Otto E1		<0.1	<0.1	<0.1	-
LNfz Otto E2		0.3%	0.2%	0.2%	-
LNfz Otto E3		0.4%	0.2%	0.3%	-
LNfz Otto E4		1.0%	0.7%	0.8%	-
LNfz Otto E5		1.1%	0.8%	0.9%	-
LNfz Otto E6		0.9%	1.6%	1.8%	-
LNfz Diesel vor E1		0.9%	0.7%	-	-
LNfz Diesel E1		2.2%	1.4%	-	-
LNfz Diesel E2		5.4%	3.7%	-	-
LNfz Diesel E3		11.8%	8.8%	-	-
LNfz Diesel E4		17.9%	13.2%	15.4%	-
LNfz Diesel E5		38.0%	27.7%	32.4%	-
LNfz Diesel E6		19.8%	41.0%	48.0%	-
schwere Lkw	SLkw vor E1	0.9%	0.6%	-	-
	SLkw E I	0.4%	0.2%	-	-
	SLkw E II	2.1%	1.2%	-	-
	SLkw E III	6.0%	3.8%	-	-
	SLkw E IV	4.1%	3.0%	3.2%	-
	SLkw E V	33.5%	21.0%	22.3%	-
	SLkw E VI	53.1%	70.1%	74.5%	-

4.4.5 Verkehrssituation

Die Festlegung der Verkehrssituation gemäß HBEFA mit ihren drei Parametern Gebiet, Straßentyp und zulässige Höchstgeschwindigkeit sowie der Verkehrsqualität als Anteile der vier Level of Service (LOS) erfolgte in einem mehrstufigen Prozess.

Der Parameter „Gebiet“ kann gemäß HBEFA entweder auf „Agglomeration“ oder auf „ländlich“ gesetzt werden. Für alle Abschnitte bis auf Autobahnen wurde das „Gebiet“ auf „Agglomeration“ gesetzt. Da die Autobahnen A48 und A61 am Rande des Koblenzer Gemeindegebietes außerhalb von Ortschaften verlaufen, wurde für diese Abschnitte das „Gebiet“ auf „ländlich“ gesetzt.

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit und die Informationen zu einem Straßentyp sind in den Daten aus der Lärmkartierung enthalten, die manuell überprüft wurden und teilweise anhand von Daten zur zulässigen Höchstgeschwindigkeit aus OpenStreetMap korrigiert wurden. Der Straßentyp der Lärmkartierung wurde entsprechenden Straßentypen des HBEFA zugeordnet und für jeden Abschnitt des Straßennetzes wurden eine nach HBEFA gültige Kombinationen aus Straßentyp und Tempolimit zugewiesen.

Die Verkehrsqualität als Anteile der Fahrzeuge einer Strecke in einem der vier Level of Service (LOS) wurde mit dem internen Kapazitätsmodell von IMMIS^{em} auf Basis der Anzahl der Fahrstreifen der einzelnen Strecken, Standardkapazitäten pro Spur, die nach Straßentyp differenziert sind, sowie Standard-Verkehrsganglinien, ermittelt.

4.5 Abschnittsbildung für das Screening

Ziel der Abschnittsbildung für eine Screening-Untersuchung ist es, die für die Immissionsverhältnisse ungünstigsten Abschnitte zu identifizieren. Diese Bereiche sind durch reduzierte Austauschbedingungen des Straßenraums mit der Umgebung gekennzeichnet. Hohe und schmale Randbebauung des Straßenraums führt dabei zu einer weiteren Einschränkung dieses Austauschs. Weiter ist der Anteil der Bebauungslücken bzw. die Porosität maßgeblich.

Zur Berechnung der Zusatzbelastung im bebauten Straßenraum mit dem Screening-Modell IMMIS^{luft} müssen als Eingangsdaten bebauungs- und verkehrshomogene sowie gerade Abschnitte gebildet werden, für die zusätzlich zu den Emissionen die folgenden Attribute angegeben werden müssen:

- Höhe der Randbebauung,
- Breite des Straßenraums (Abstand zwischen linker und rechter Randbebauung bzw. doppelter Bebauungsabstand bei einseitiger Bebauung) und
- Baulückenanteil (Porosität).

Zusätzlich müssen die Abschnitte für die Modellierung mindestens doppelt so lang wie breit sein (Längen-Breiten-Kriterium).

Zur Bildung von IMMIS^{luft}-Abschnitten wurde das halbautomatisches GIS-gestützte Verfahren IMMIS^{build} (IVU UMWELT, 2012) eingesetzt. Dabei wurden Bebauungsdaten (Bebauungshöhe, Bebauungsbreite und bebaute Länge) für Straßenteilabschnitte bestimmt (Teilabschnittserstellung).

Autobuild ist ein dem Verfahren IMMIS^{build} nachgeschalteter Prozess. Dabei werden IMMIS^{build}-Teilabschnitte zu größeren, IMMIS^{luft}-konformen Abschnitten zusammengefasst. Dabei ergeben sich in der Bearbeitung bezüglich der Auswahl und der Anzahl der zu aggregierenden Teilabschnitte unterschiedliche mögliche Konfigurationen. Diese

können durch eine „Vorab-Berechnung“ der Immissionssituation aller in Frage kommenden Kombinationen reduziert werden. Ziel des Verfahrens ist es, innerhalb einer verkehrshomogenen Strecke den Straßenabschnitt auszugeben, der bei normierten Emissionsbedingungen die höchste Zusatzkonzentration aufweist. Durch dieses Verfahren wird der Aggregationsschritt objektiviert.

Als Ergebnis der Abschnittsbildung wurden insgesamt 410 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 43.8 km gebildet, die in Abbildung 4-6 kartographisch dargestellt sind. Für diese Abschnitte wurden mit dem Screeningmodell IMMIS^{luft} Jahresmittelwerte für die Schadstoffe NO₂ und PM10 bestimmt.

Als zusätzliche Einflussgröße wird im HBEFA (INFRAS, 2017) die Längsneigung eines Straßenabschnitts berücksichtigt. Die Längsneigung wurde im Zuge der Abschnittsbildung auf der Grundlage eines digitalen Höhenmodells (s. Abschnitt 4.3) abschnittsbezogen ermittelt. Da bei Straßenabschnitten mit vorhandener Längsneigung die Fahrtrichtung bei Einbahnstraßen berücksichtigt werden muss, wurden Informationen dazu aus OpenStreetMap-Daten extrahiert und an Hand von Luftbildern (Abschnitt 4.3) abgeglichen.

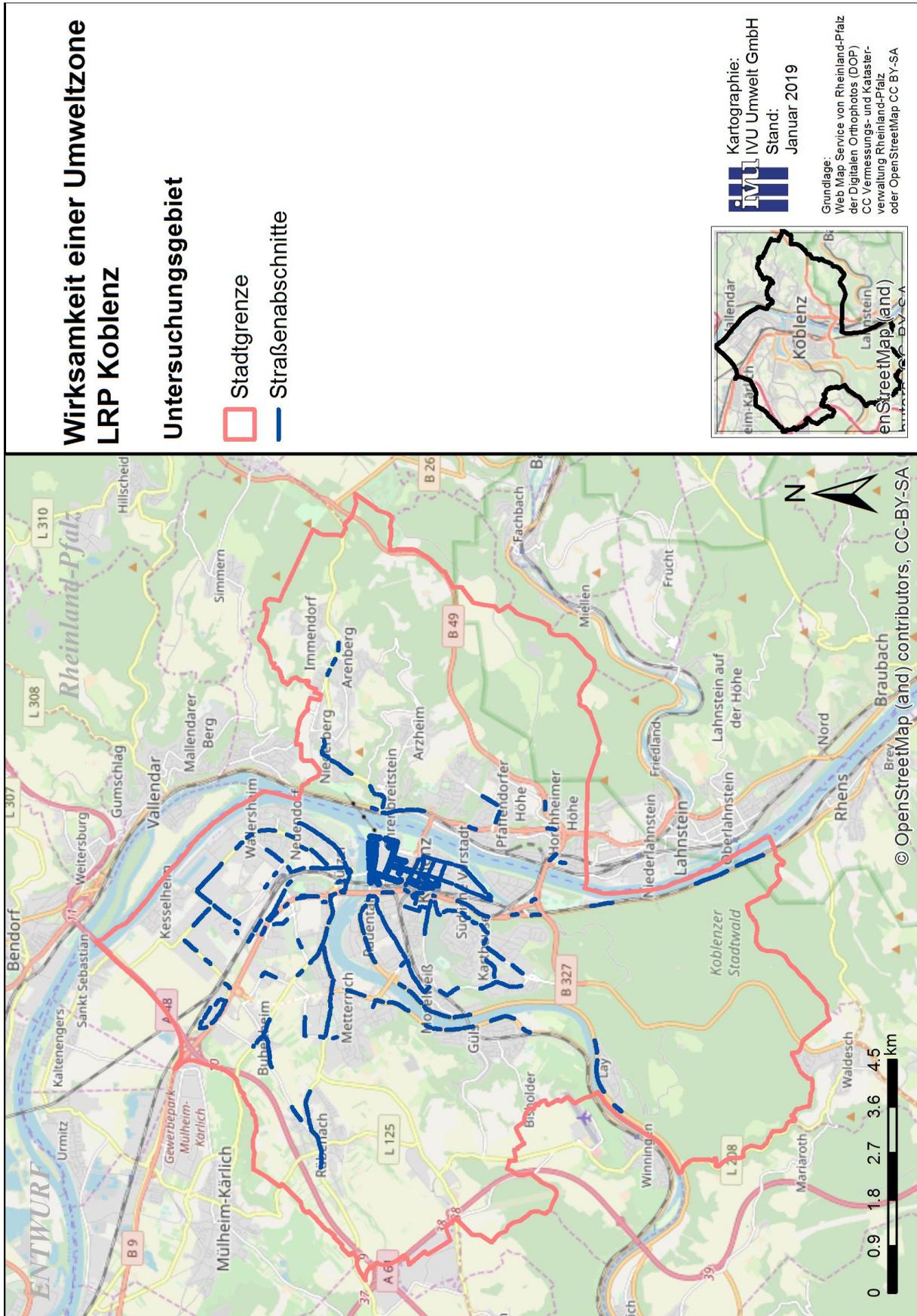


Abbildung 4-6: Screeningabschnitte des Hauptstraßennetzes von Koblenz, für die mit IMMIS^{luft} Immissionsbelastungen berechnet werden

4.6 Vorbelastung

Zur Ermittlung der Gesamtbelastung für einen Screening-Abschnitt ist die Angabe verschiedener Vorbelastungswerte notwendig. Für die NO₂-Gesamtbelastung werden Jahresmittelwerte für NO₂, NO_x und Ozon benötigt und für PM10 der entsprechende Jahresmittelwert für PM10.

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde für die NO₂-Vorbelastung der Jahresmittelwert 2017 der Passivsammler-Messung am Standort „Kaiserin-Augusta-Anlage“ (Kapitel 4.8) verwendet. Die NO_x-Vorbelastung wurde aus der NO₂-Vorbelastung nach ROMBERG ET AL. (1996) berechnet.

Die zur Berechnung des NO₂-Jahresmittelwerts im Screening notwendige Ozon-Vorbelastung und die Vorbelastung für den Schadstoff PM10 wurde von Messungen für 2017 an der Station Neuwied-Hafenstraße (Kapitel 4.8) übernommen.

Die verwendeten Vorbelastungswerte sind in Tabelle 4-3 angegeben.

Tabelle 4-3: Vorbelastungswerte für die Screeningberechnungen

Jahresmittelwert der Vorbelastung in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
NO ₂	NO _x	Ozon	PM10
25	42.2	37.6	19.3

4.7 Meteorologie

Vom Auftraggeber wurde für das Stadtgebiet Koblenz eine synthetische Windstatistik (AKS) zur Verfügung gestellt. Die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit und die Windrose der AKS ist in Abbildung 4-7 dargestellt. Für die Screeningberechnungen wurde die in den synthetischen AKS angegebene Referenzwindgeschwindigkeit von 2.43 m/s unter Berücksichtigung der angegebenen Anemometerhöhe für die höchste Rauigkeitsklasse von 22.3 m auf eine mittlere Windgeschwindigkeit im Überdachniveau von 1.91 m/s skaliert.

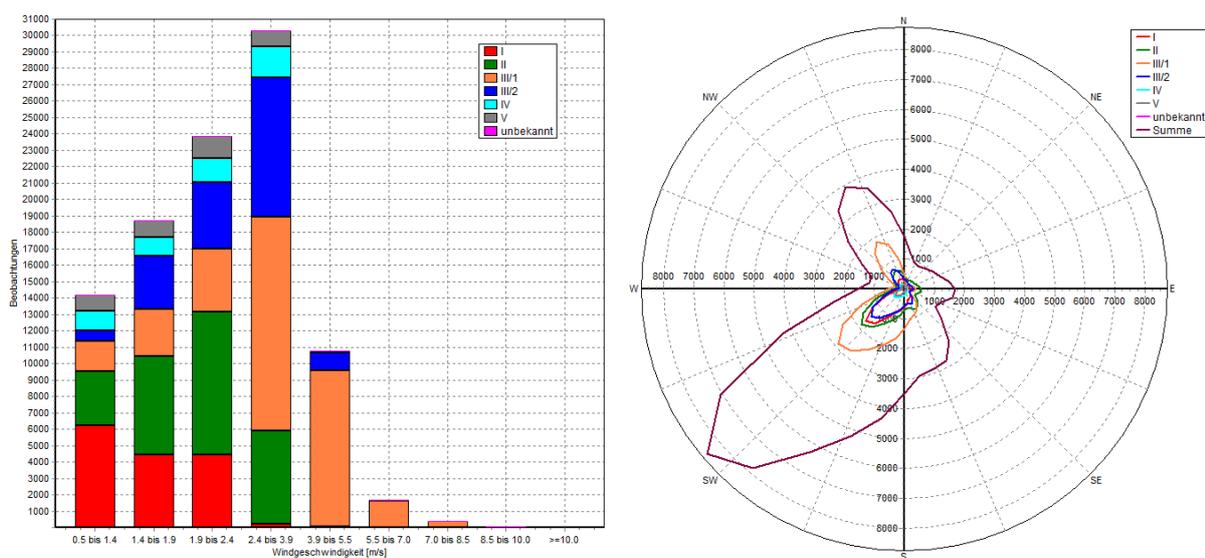


Abbildung 4-7: Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung der synthetischen AKS für Koblenz

4.8 Messstationen

Aus dem Luftmessnetz des Landes Rheinland-Pfalz (<https://luft.rlp.de>) stehen Informationen zu den Messstationen und Messdaten für das Bezugsjahr 2017 zur Verfügung. Die Lage der Messstation ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Zusätzlich standen diskontinuierlichen Messungen mit Passivsammlern für vier verkehrsnahen Bezugspunkte im Stadtgebiet Koblenz zur Verfügung.

In Tabelle 4-4 sind die an diesen Stationen gemessenen Jahresmittelwerte für NO₂, Ozon und PM10 für das Bezugsjahr 2017 mit Angabe der Stationsart aufgeführt.

Tabelle 4-4: Jahresmittelwerte für NO₂, Ozon und PM10 für das Bezugsjahr 2017 [µg/m³] an den ZIMEN-Messstationen in Koblenz und Neuwied sowie der Passivsammlermessungen (iLab) in Koblenz mit Angabe der Stationsart

Name	Stationsart	Jahresmittelwert 2017 Messung [µg/m ³]		
		NO ₂	Ozon	PM10
Koblenz-Friedrich-Ebert-Ring	Verkehr	34.4		18.8
Koblenz-Hohenfelder Straße	Verkehr	40.4		
Bahnhofstraße (iLab)	Verkehr	42.0		
Hohenzollernstraße (iLab)	Verkehr	47.0		
Mainzer Straße (iLab)	Verkehr	27.0		
Koblenz – Rübenach (iLab)	Verkehr	32.0		
Kaiserin-Augusta-Anlage (iLab)	Hintergrund	25.0		
Neuwied-Hafenstraße	Hintergrund		37.6	19.3

5 Emissionen

5.1 Emissionsbilanzen

Auf Basis der in Abschnitt 4 beschriebenen Attributierung wurden mit IMMIS^{em} 7.0 basierend auf dem HBEFA 3.3 mit der in Abschnitt 3.2 beschriebenen Methodik die abschnittsbezogenen Emissionen berechnet.

Dabei wurden die innerörtlichen Flotten 2017 und 2019 aus dem HBEFA mit der für Koblenz spezifischen Linienbusflotte (Abschnitt 4.4.4) verwendet. Für die Autobahnen wurden sowohl für 2017 als auch für 2019 für alle Kfz die Standardflotten des HBEFA 3.3 verwendet.

In Tabelle 5-1 sind die Emissionsbilanzen für den Kfz-Verkehr für NO_x und PM₁₀ im Istzustand 2017 und im Nullfall 2019 mit Angabe der relativen Änderung dargestellt. Von 2017 bis 2019 nehmen im Straßennetz die NO_x-Emissionen um 15 % und die PM₁₀-Emissionen um 4 % ab. Die Abnahmen der Emissionen folgen dem im HBEFA 3.3 hinterlegten Trend der kontinuierliche Flottenerneuerung. Ursache für die unterschiedliche Höhe der Abnahmen der NO_x- und PM₁₀-Emissionen ist der bei den PM₁₀-Emissionen dominierende AWAR-Anteil (Abschnitt 3.3.3). Die AWAR-Emissionen sind unabhängig von einer Flottenerneuerung und werden allein durch die Fahrleistung des Kfz-Verkehrs bestimmt.

Tabelle 5-1: Stadtweite Emissionsbilanzen des Kfz-Verkehrs für NO_x und PM₁₀ im Istzustand 2017 und im Nullfall 2019

Fall (stadtweit)	NO _x -Emission [t/a]	PM ₁₀ -Emission [t/a]
Istzustand 2017	641	59
Nullfall 2019	548	56
Änderung zum Istzustand [%]	-15%	-4%

Die abschnittsbezogenen Emissionen des Verkehrs für den Istzustand 2017 sind als spezifische Emissionen für NO_x in Abbildung 5-1 und für PM₁₀ in Abbildung 5-2 kartographisch abgebildet.

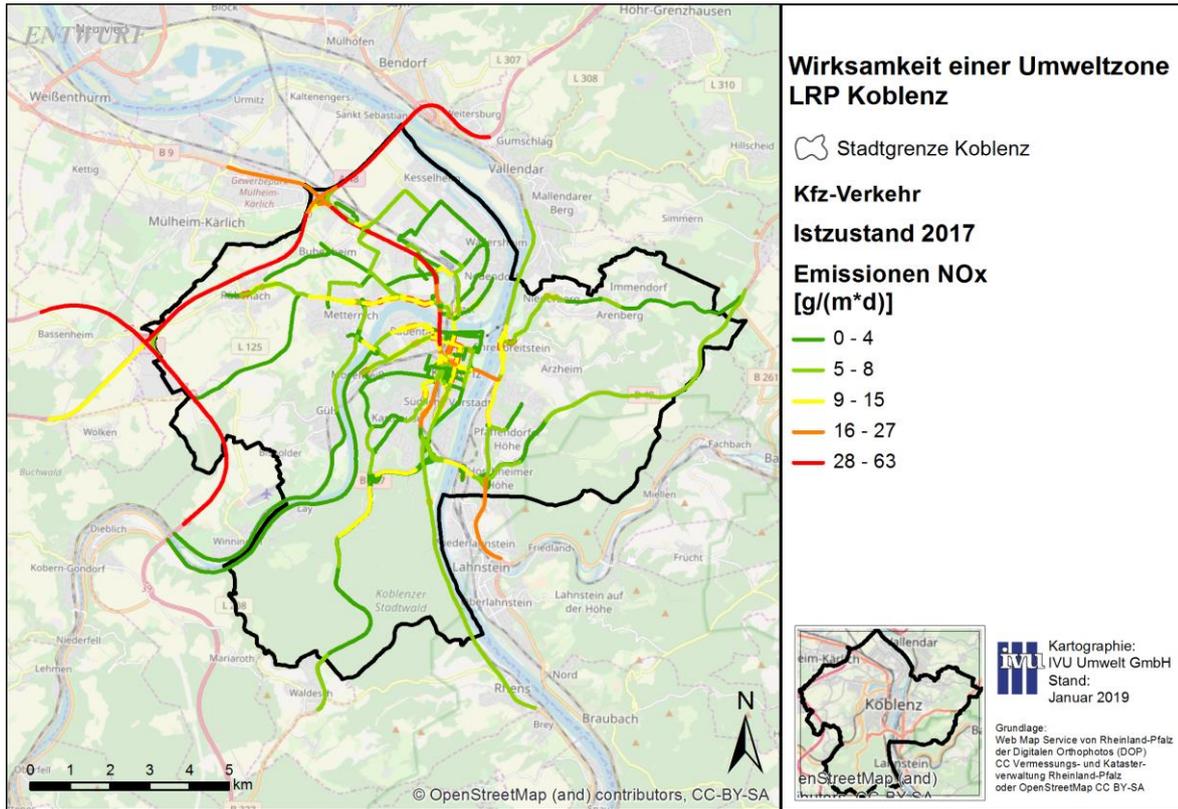


Abbildung 5-1: NO_x-Emissionen Istzustand 2017

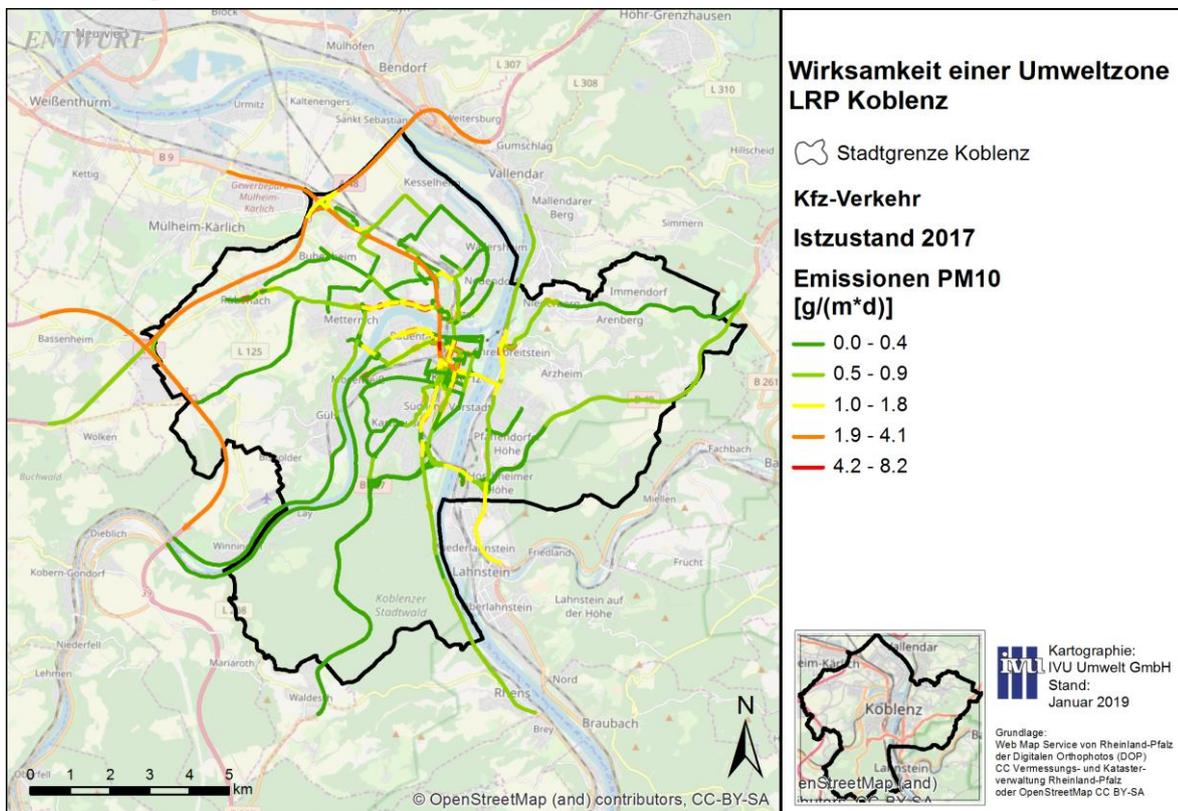


Abbildung 5-2: PM₁₀-Emissionen Istzustand 2017

5.2 Emissionen im Bereich der geplanten Umweltzone

In Abbildung 5-3 sind die abschnittsbezogenen NO_x-Emissionen des Kfz-Verkehrs für den Nullfall 2019 im Bereich der geplanten Umweltzone dargestellt. Die höchsten NO_x-Emissionen finden sich auf den Abschnitten in der Hohenfelder Straße und der Pfuhl-gasse. Die Emissionen der Linienbusse, dargestellt in Abbildung 5-4, haben einen Anteil an den NO_x-Gesamtemissionen von bis zu 72% im Bereich des „Romanticum Koblenz“, besonders hoch sind die Anteile der Linienbusemissionen weiterhin in der Clemensstraße, der Hohenfelder Straße und der Victoriastraße.

Für die Planfälle „Umweltzone 1 bis 3“ wurden die Kfz-Emissionen im Bereich der geplanten Umweltzone (Abbildung 4-1) unter Verwendung der Flottendateien aus Abschnitt 4.4.3 berechnet.

Die NO_x-Emissionsbilanzen im Bereich der geplanten Umweltzone sind in Tabelle 5-2 für den Kfz-Verkehr gesamt und differenziert nach Fahrzeugtyp im Istzustand 2017 und im Nullfall 2019 mit Angabe der relativen Änderung dargestellt. Weiterhin enthält Tabelle 5-2 die Summe der NO_x-Emissionen für die Planfälle „Umweltzone 1“, „Umweltzone 2“ und „Umweltzone 3“ mit Angabe der relativen Änderung zum Nullfall 2019.

Für den Planfall „Umweltzone 1“ wird im Vergleich zum Nullfall 2019 ein Rückgang der NO_x-Emissionen im Bereich der geplanten Umweltzone von 5 % modelliert. Da im Planfall „Umweltzone 2“ auch für Linienbusse die Beschränkung auf Fahrzeuge mit grüner Plakette gilt, sinken hier die NO_x-Emissionen um 19 %. Die Berechnung der NO_x-Emissionen für den Planfall „Umweltzone 3“ zeigt, dass die Modernisierung der Flotte mit einem Rückgang der NO_x-Emissionen von 20 % minimal wirksamer ist als die Aufhebung der Ausnahmeregelung für Linienbusse.

Tabelle 5-2: Emissionsbilanzen des Kfz-Verkehrs im Bereich der geplanten Umweltzone für NO_x im Istzustand 2017 und im Nullfall 2019 sowie die Planfälle 2019 differenziert nach Fahrzeugtyp

Fall (Bereich geplanten Umweltzone)	Gesamt-Kfz	Busse	Pkw	leichte Lkw	schwere Lkw
Istzustand 2017 (NO _x -Emission [t/a])	11.2	3.8	4.7	0.5	2.2
Nullfall 2019 (NO _x -Emission [t/a])	10.0	3.7	4.3	0.4	1.5
Änderung zum Istzustand [%]	-11%	-3%	-8%	-12%	-30%
Umweltzone 1 (NO _x -Emission [t/a])	9.5	3.7	4.2	0.4	1.3
Änderung zum Nullfall 2019 [%]	-5%	0%	-4%	-18%	-14%
Umweltzone 2 (NO _x -Emission [t/a])	8.1	2.2	4.1	0.4	1.3
Änderung zum Nullfall 2019 [%]	-19%	-39%	-4%	-18%	-14%
Umweltzone 3 (NO _x -Emission [t/a])	8.0	2.1	4.2	0.4	1.3
Änderung zum Nullfall 2019 [%]	-20%	-42%	-4%	-18%	-14%

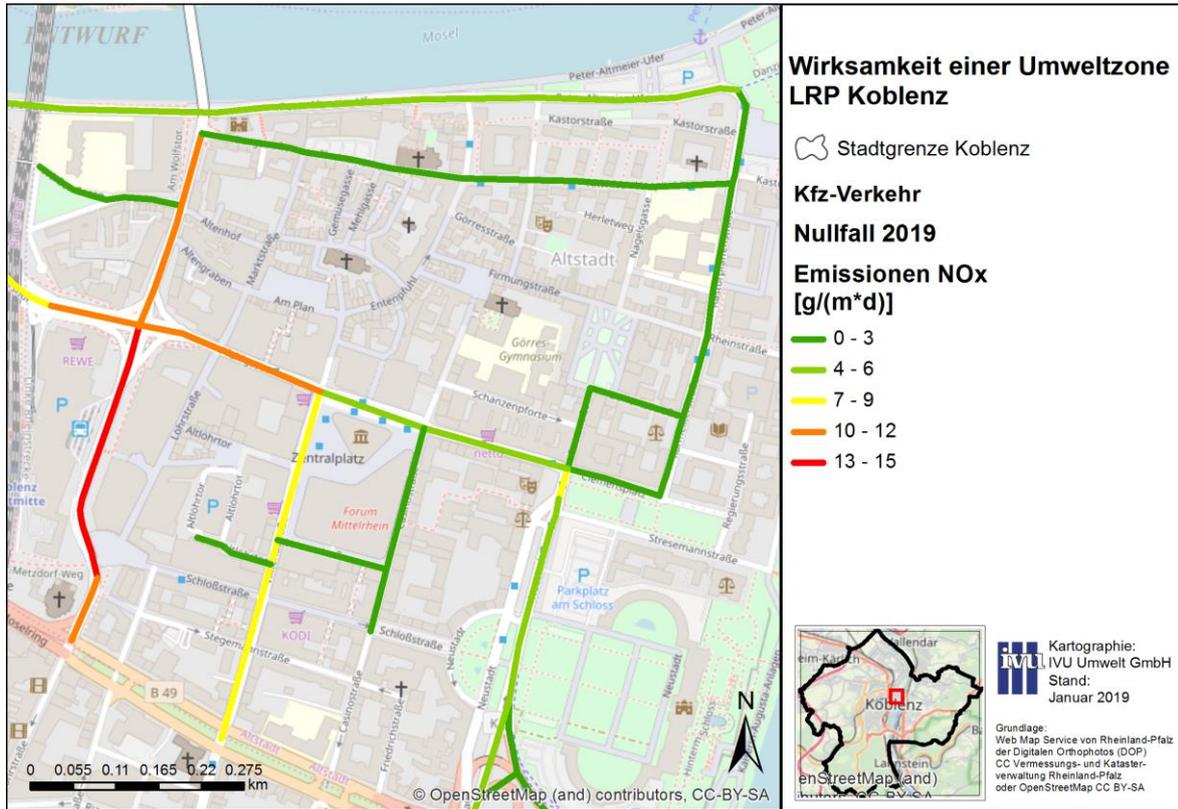


Abbildung 5-3: NO_x-Emissionen Nullfall 2019 (Abschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone)

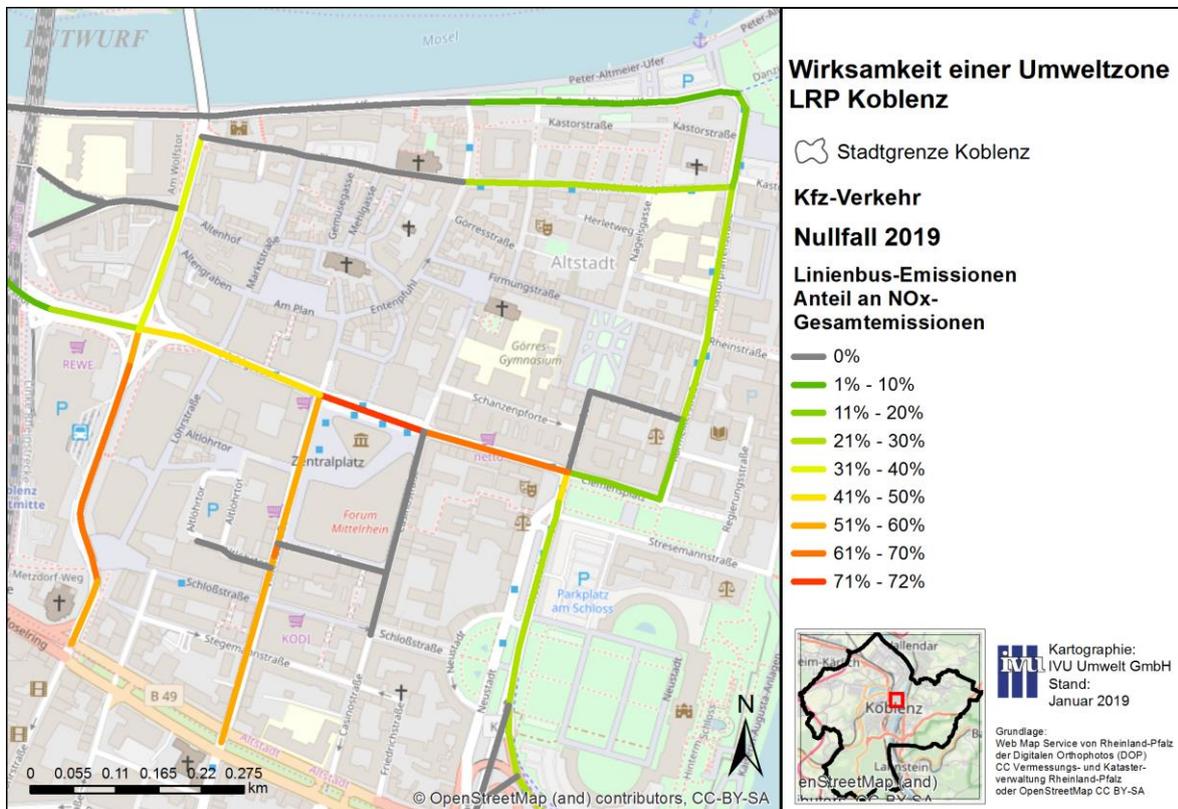


Abbildung 5-4: Anteil Linienbus-Emissionen an NO_x-Gesamtemissionen Nullfall 2019 (Abschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone)

In Tabelle 5-3 sind die im Bereich der geplanten Umweltzone modellierten PM10-Emissionen für alle fünf berechneten Fälle mit relativen Änderungen aufgeführt. Die „Umweltzone 2“ hat bei PM10 durch die Aufhebung der Ausnahmen für Linienbusse den höchsten Effekt. Die Wirkung des Planfalls „Umweltzone 3“ auf die PM10-Emissionen ist die gleiche wie im Planfall „Umweltzone 1“, da hier angenommen wird, dass die Modernisierung der Flotte durch SCR-Technologie nur auf die NO_x-Emissionen wirkt.

Tabelle 5-3: Emissionsbilanzen des Kfz-Verkehrs für PM10 im Bereich der geplanten Umweltzone im Istzustand 2017 und im Nullfall 2019 sowie die Planfälle 2019

Fall (Bereich geplante Umweltzone)	PM10-Emissionen [t/a]
Istzustand 2017	1.00
Nullfall 2019	0.97
Änderung zum Istzustand [%]	-3%
Umweltzone 1	0.92
Änderung zum Nullfall 2019 [%]	-6%
Umweltzone 2	0.88
Änderung zum Nullfall 2019 [%]	-10%
Umweltzone 3	0.92
Änderung zum Nullfall 2019 [%]	-6%

6 Ergebnisse

6.1 Stickstoffdioxid

6.1.1 Gesamtstädtische Belastung

Das Ergebnis der stadtweiten Screeningberechnungen für den Istzustand 2017 ist für NO₂ jeweils für die Gesamtstadt in Abbildung 6-1 und als Ausschnitt für die Innenstadt in Abbildung 6-3 kartographisch dargestellt. Eine Auswertung der Häufigkeit bzw. Länge von Abschnitten in bestimmten NO₂-Konzentrationsklassen ist in Form von Histogrammen für den Istzustand 2017 in Abbildung 6-5 angegeben.

Im Istzustand 2017 werden mit dem Screening für 22 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 1'702 m eine potenzielle Grenzwertüberschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts von 40 µg/m³ ermittelt. Berücksichtigt man eine Fehlertoleranz für die Screeningergebnisse von 10 % kommen 33 Abschnitte mit einer Länge von 2.8 km und bei einer Fehlertoleranz von 20 % nochmal 59 Abschnitte mit einer Länge von 5.3 km hinzu.

Die höchste Belastung für NO₂ wird auf dem Abschnitt der Charlottenstraße (ID 321, Abbildung 6-10) in Koblenz-Ehrenbreitstein entlang des Rhein-Museums ermittelt. Der berechnete NO₂-Jahresmittelwert beträgt 50.1 µg/m³. Dieser Abschnitt ist nur 24 m lang, aber Teil eines Straßenzuges, in dessen weiteren Verlaufs ebenfalls Überschreitungen des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts modelliert wurden.

Für weitere sechs Abschnitte wird ein NO₂-Jahresmittelwert über 44 µg/m³ modelliert. Für den Abschnitt der Hohenzollernstraße (ID 299, Abbildung 6-7) zwischen der Rizzastraße und Roonstraße mit einer Länge von 103 m wurde die zweithöchste NO₂-Belastung modelliert. Der berechnete NO₂-Jahresmittelwert beträgt 46.7 µg/m³ und der PM10-Jahresmittelwert 24.4 µg/m³. Die Abschnitte mit einem modelliertem Jahresmittelwert NO₂ größer 36 µg/m³ im Istzustand 2017 werden im Abschnitt 6.1.2 diskutiert und kartographisch dargestellt.

Das Ergebnis der stadtweiten Screeningberechnungen für den Nullfall 2019 ist für NO₂ jeweils für die Gesamtstadt in Abbildung 6-2 und als Ausschnitt für die Innenstadt in Abbildung 6-4 kartographisch dargestellt. Eine Auswertung der Häufigkeit bzw. Länge von Abschnitten in bestimmten NO₂-Konzentrationsklassen ist in Form von Histogrammen für den Nullfall 2019 in Abbildung 6-6 angegeben.

Im Nullfall 2019 werden durch das Screening 14 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 1'058 m mit einer potenziellen Grenzwertüberschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts von 40 µg/m³ ermittelt. Berücksichtigt man eine Fehlertoleranz für die Screeningergebnisse von 10 % kommen 27 Abschnitte mit einer Länge von 2.4 km und bei einer Fehlertoleranz von 20 % nochmal 66 Abschnitte mit einer Länge von 5.6 km hinzu.

Auf dem Abschnitt der Charlottenstraße (ID 321, Abbildung 6-10) sinkt der berechnete NO₂-Jahresmittelwert von 2017 bis 2019 um knapp 2 µg/m³ auf 48.2 µg/m³.

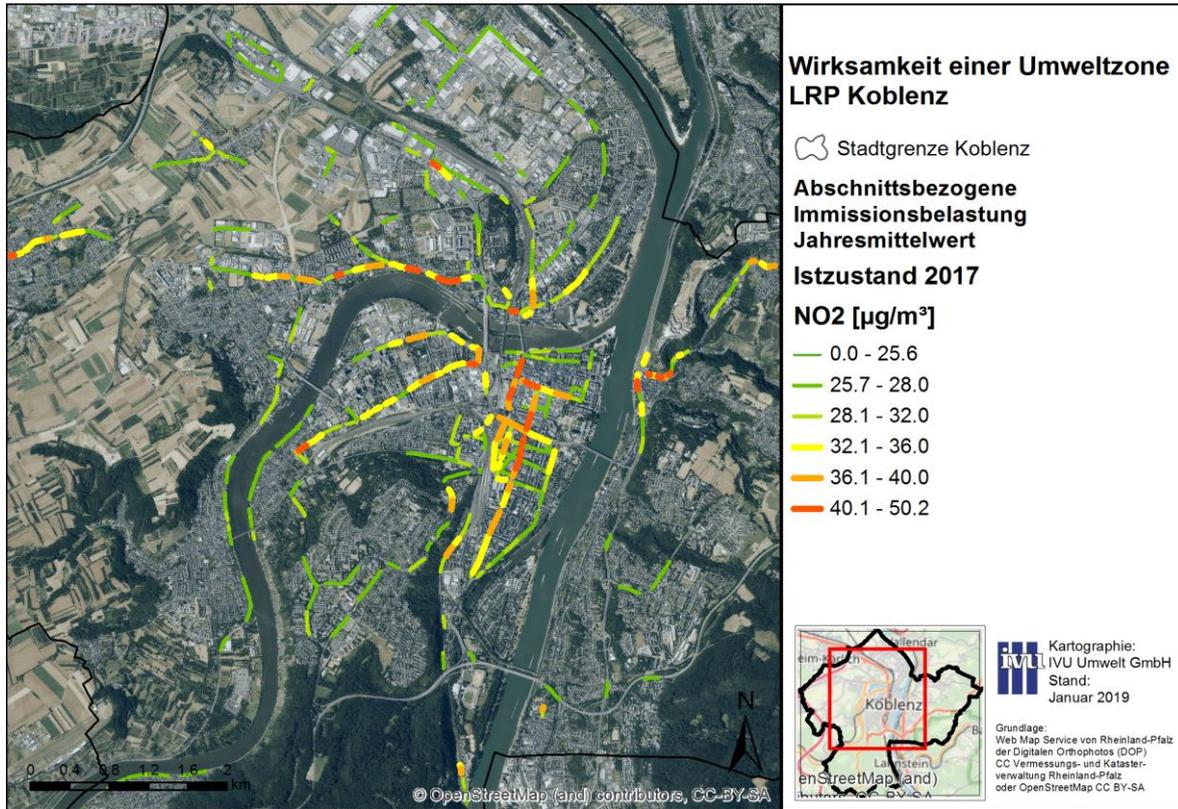


Abbildung 6-1 Modellierte NO₂-Immissionsbelastung für den Istzustand 2017 (Gesamtstadt)

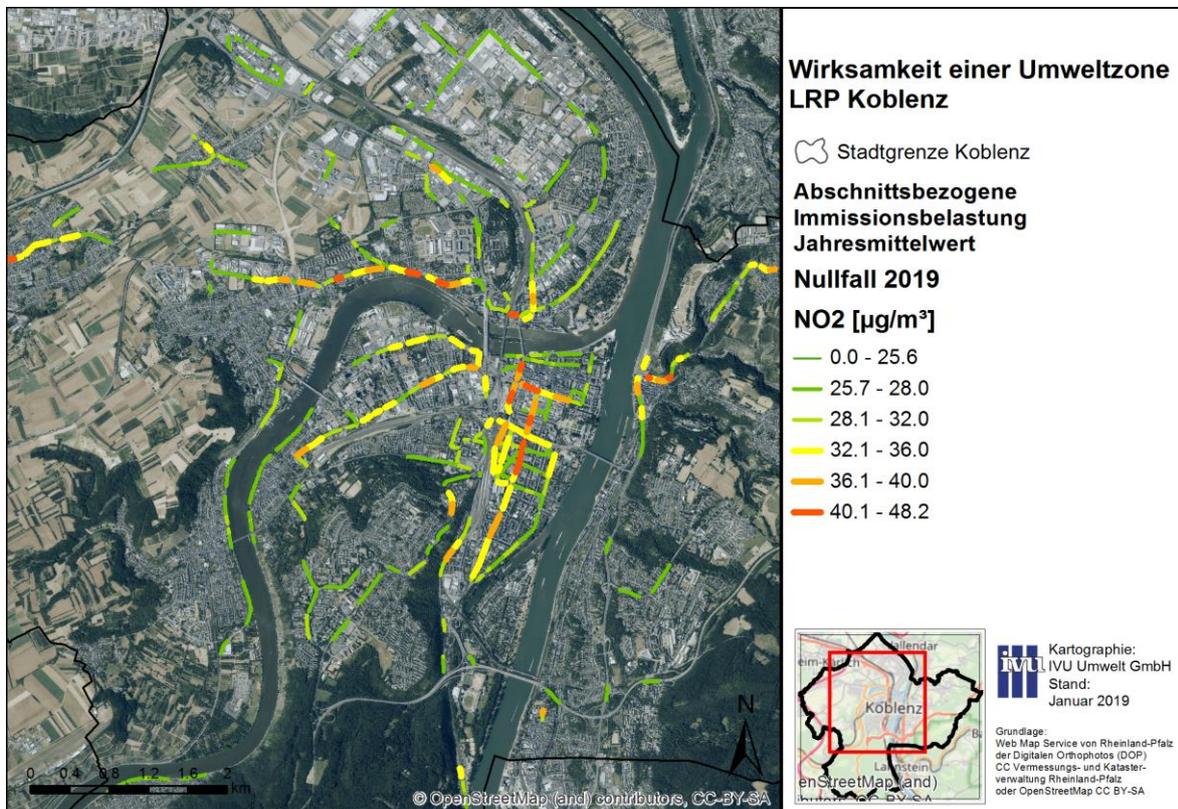


Abbildung 6-2 Modellierte NO₂-Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Gesamtstadt)

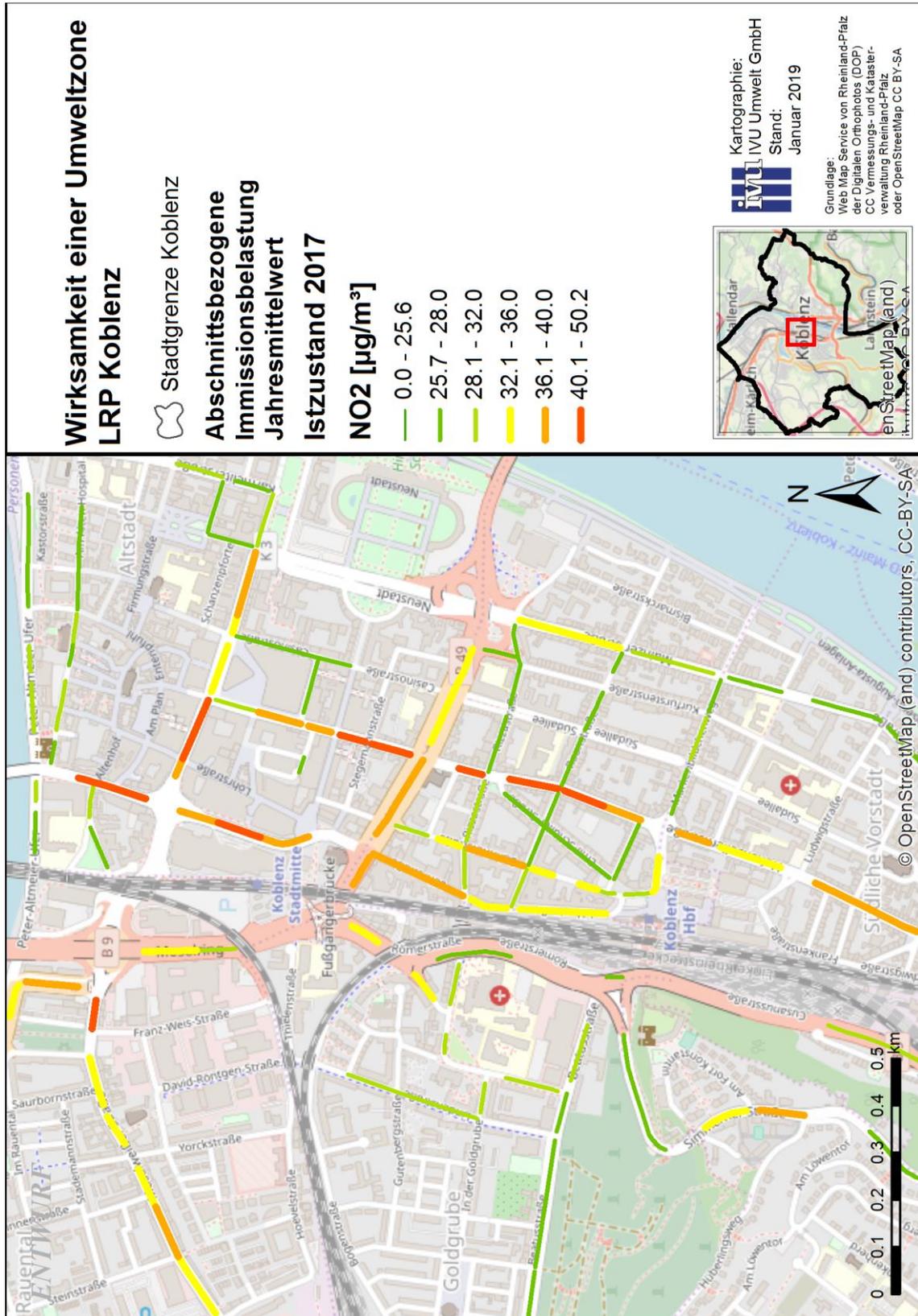


Abbildung 6-3 Modellierter NO₂-Immissionsbelastung für den Istzustand 2017 (Innenstadt)

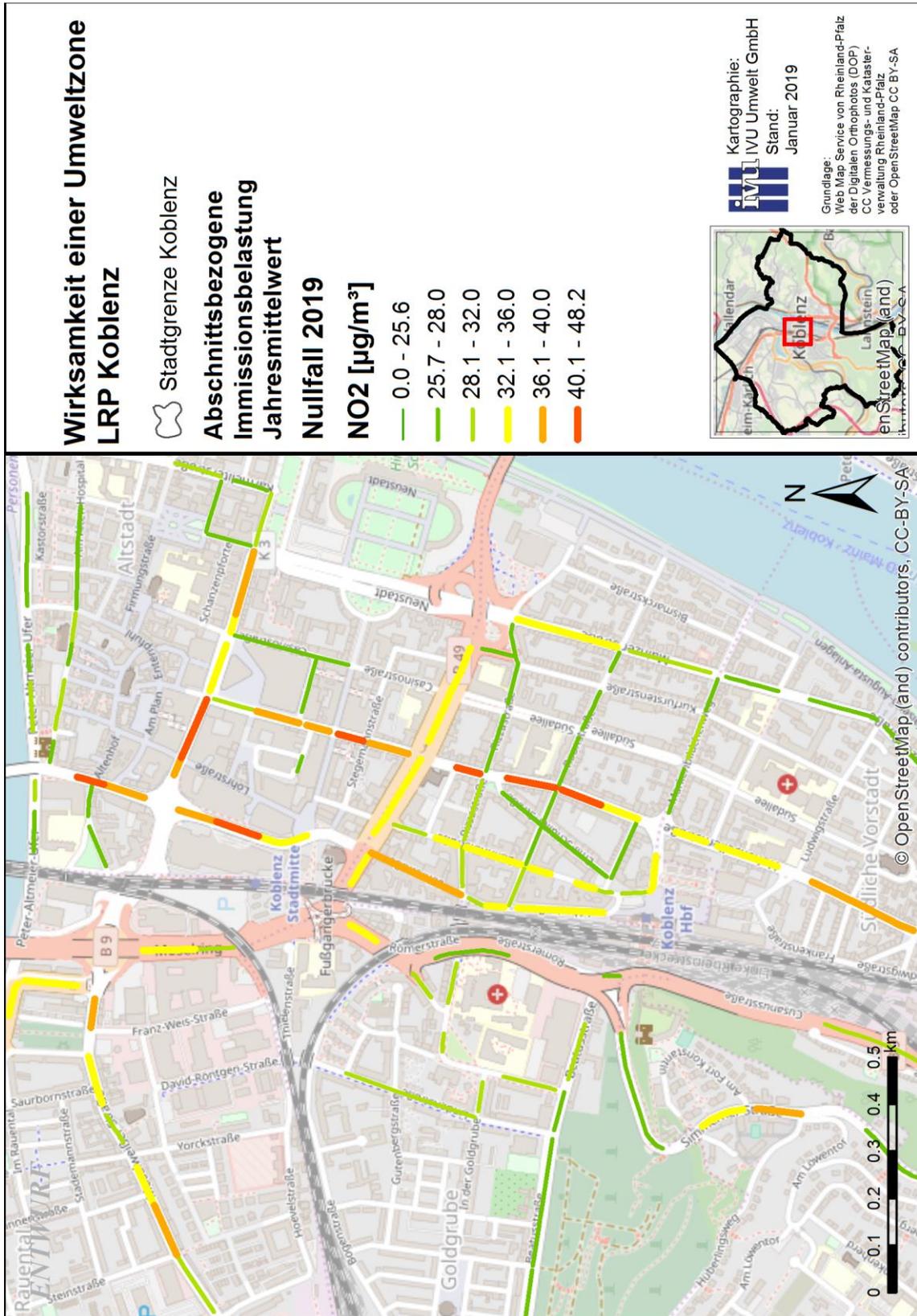


Abbildung 6-4 Modellerte NO₂-Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Innenstadt)

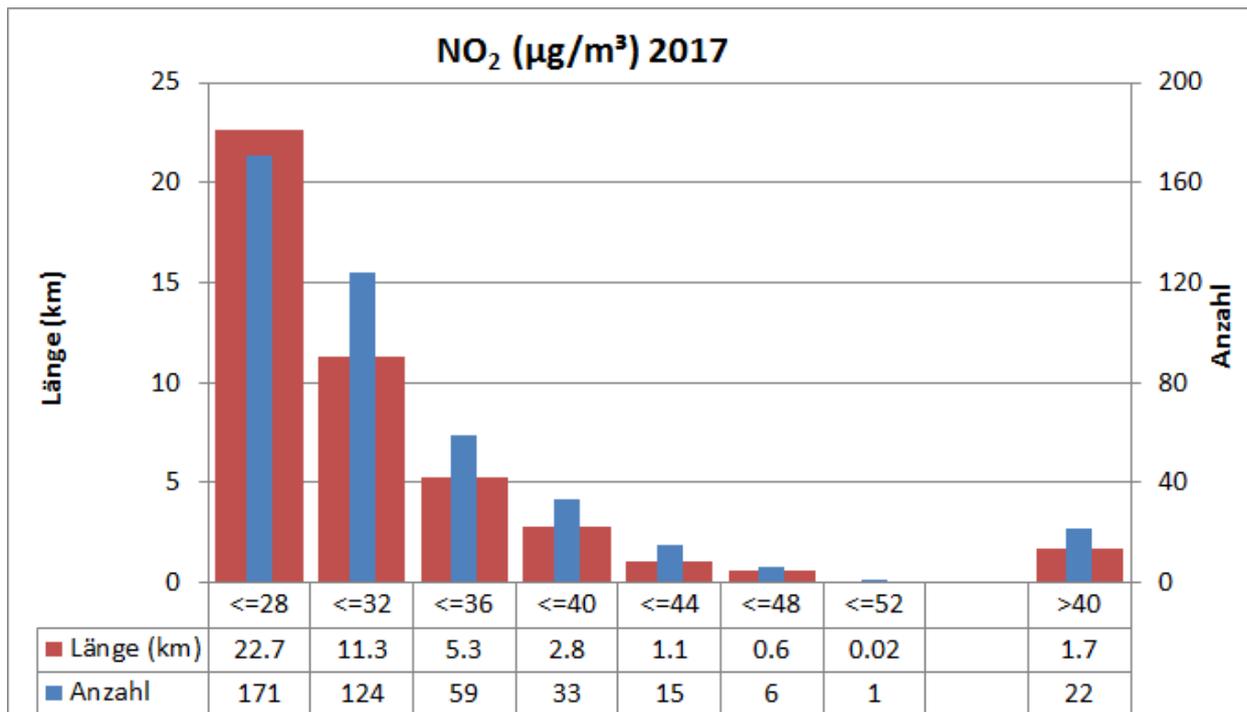


Abbildung 6-5 Histogramme der Anzahl bzw. Längen von Screeningabschnitten in Konzentrationsklassen für NO₂ für den Istzustand 2017

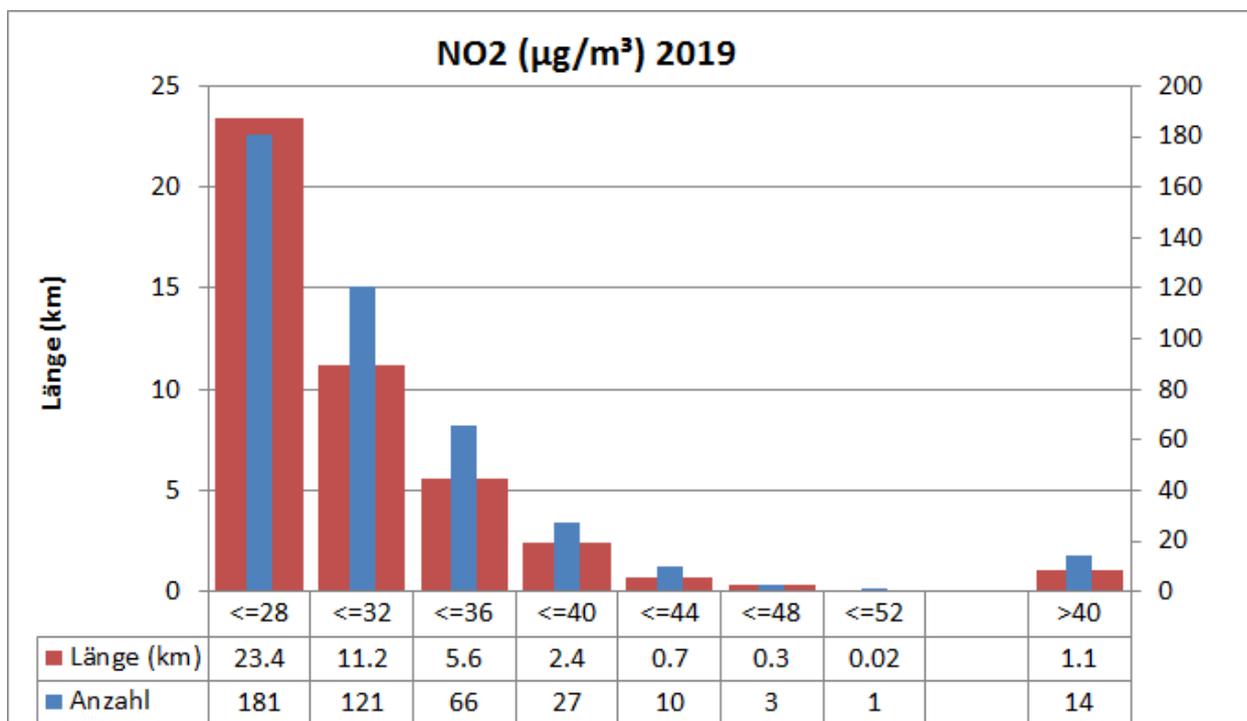


Abbildung 6-6 Histogramme der Anzahl bzw. Längen von Screeningabschnitten in Konzentrationsklassen für NO₂ für den Nullfall 2019

6.1.2 Hotspots

Für den Istzustand 2017 wurden 22 Abschnitte mit einer Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts von 40 µg/m³ ermittelt. Unter Berücksichtigung einer Fehlertoleranz für die Screeningergebnisse von 10 % bzw. einer potenziellen Überschreitung bereits bei einem NO₂-Modellwert von 36 µg/m³ erweitert sich die Hotspot-Liste um weitere 33 Abschnitte auf 55 Abschnitte.

Diese 55 Abschnitte sind mit ihrem Straßennamen, ihrer ID und Abschnittslänge sowie dem modellierten NO₂-Jahresmittelwert für den Istzustand 2017, den Nullfall 2019 und den Planfällen in der geplanten Umweltzone „Umweltzone 1“ (UWZ1), „Umweltzone 2“ (UWZ2) und „Umweltzone 3“ (UWZ3) in einer Hotspot-Liste in Tabelle 6-1 zusammengefasst. Der Abschnitt im Bereich der Messstelle in der Hohenfelder Straße mit der ID 1000 ist mit einem doppelten Rahmen hervorgehoben)

Die Karten in Abbildung 6-7 (Innenstadt), Abbildung 6-8 (Rübenach), Abbildung 6-9 (Lützel) und Abbildung 6-10 (Ehrenbreitstein) erlauben die geografische Zuordnung der Abschnitte an Hand der ID. Die Abschnitte „An der Königsbach“ (ID 72) an der südlichen B9 westlich von Oberwerth, „Emser Straße“ (ID 143) entlang von Wohnbebauung in Horchheim und der Abschnitt „B9 Süd“ (ID 387) südlich der Innenstadt parallel zur Römerstraße sind nicht extra in einer Karte dargestellt.

Tabelle 6-1: Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO₂ größer 36 µg/m³ im Istzustand 2017 im Vergleich zum Nullfall 2019, UWZ1, UWZ2 und UWZ3 (in alphabetischer Reihenfolge)

Straßenname	ID	Länge [m]	In geplanter Umweltzone	NO ₂ -Jahresmittelwert [µg/m ³]				
				Istzustand 2017	Nullfall 2019	UWZ1	UWZ2	UWZ3
Aachener Straße	244	116		44.3	42.7	42.7	42.7	42.7
Aachener Straße	245	24		37.5	36.4	36.4	36.4	36.4
Aachener Straße	246	33		36.8	35.8	35.8	35.8	35.8
Aachener Straße	249	29		36.4	35.5	35.5	35.5	35.5
Am Wöllershof	311	40	ja	37.8	36.8	36.4	34.4	34.3
An der Moselbrücke	328	58	ja	43.3	41.7	41.1	38.9	38.6
Andernacher Straße	330	56		36.2	35.2	35.2	35.2	35.2
Andernacher Straße	331	56		37.2	36.1	36.1	36.1	36.1
Arenberger Straße	258	52		39.3	38.2	38.2	38.2	38.2
Arenberger Straße	277	39		36.1	35.2	35.2	35.2	35.2
B42 Ehrenbreitstein	378	85		41.5	39.9	39.9	39.9	39.9
B9 An der Königsbach	72	48		36.5	35.4	35.4	35.4	35.4
B9 Bonner Straße	395	74		41.7	39.5	39.5	39.5	39.5
B9 Süd	387	103		37.6	36.2	36.2	36.2	36.2
Baedeckerstraße	4	109		36.3	35.3	35.3	35.3	35.3
Bahnhofstraße	81	121		36.4	35.5	35.5	35.5	35.5
Charlottenstraße	319	38		41.0	39.7	39.7	39.7	39.7
Charlottenstraße	321	24		50.1	48.2	48.2	48.2	48.2
Clemensstraße	94	138	ja	39.0	38.0	37.7	34.3	34.3
Emser Straße	143	27		36.9	36.0	36.0	36.0	36.0
Friedrich-Ebert-Ring	386	185		36.1	35.0	35.0	35.0	35.0
Hohenfelder Straße	327	90	ja	40.3	38.9	38.4	36.5	36.4
Hohenfelder Straße	218	93	ja	42.0	40.5	40.1	36.6	36.3
Hohenfelder Straße	219	106	ja	36.6	35.8	35.6	33.1	32.9
Hohenfelder Straße	1000	84	ja	38.9	37.6	37.3	34.4	34.2
Hohenzollernstraße	65	84		36.6	35.5	35.5	35.5	35.5
Hohenzollernstraße	66	88		44.7	42.9	42.9	42.9	42.9
Hohenzollernstraße	298	51		42.9	41.3	41.3	41.3	41.3
Hohenzollernstraße	299	103		46.7	44.7	44.7	44.7	44.7
Hohenzollernstraße	303	66		36.6	35.5	35.5	35.5	35.5
Hohenzollernstraße	407	237		38.7	37.4	37.4	37.4	37.4
Koblenzer Straße	252	89		40.2	38.9	38.9	38.9	38.9
Koblenzer Straße	253	25		38.1	36.9	36.9	36.9	36.9
Löhrstraße	31	208		38.8	37.7	37.7	37.7	37.7
Mayener Straße	357	116		45.1	43.3	43.3	43.3	43.3
Mayener Straße	358	90		41.7	40.2	40.2	40.2	40.2
Mayener Straße	359	123		40.0	38.7	38.7	38.7	38.7
Mayener Straße	204	58		46.4	44.7	44.7	44.7	44.7
Moselring	343	68		37.1	36.0	36.0	36.0	36.0
Moselweißer Straße	344	61		41.1	39.8	39.8	39.8	39.8
Moselweißer Straße	292	117		38.2	37.1	37.1	37.1	37.1
Obertal	316	26		43.8	42.4	42.4	42.4	42.4
Obertal	317	54		37.1	36.1	36.1	36.1	36.1
Pfuhlgasse	312	135	ja	46.0	44.3	43.8	40.4	40.3
Rübenacher Straße	347	130		38.9	37.6	37.6	37.6	37.6
Rübenacher Straße	336	72		37.3	36.3	36.3	36.3	36.3
Schlachthofstraße	373	43		36.7	35.6	35.6	35.6	35.6
Schlachthofstraße	375	92		36.4	35.4	35.4	35.4	35.4
Simmerner Straße	333	94		38.5	37.5	37.5	37.5	37.5
Trierer Straße	367	45		41.7	40.1	40.1	40.1	40.1
Trierer Straße	371	147		37.8	36.6	36.6	36.6	36.6
Viktoriastraße	67	93	ja	38.2	37.0	36.7	34.2	34.0
Viktoriastraße	84	54	ja	43.6	42.0	41.4	38.1	37.9
Viktoriastraße	85	49	ja	38.2	37.0	36.6	34.3	34.1
Viktoriastraße	87	84	ja	40.4	39.0	38.6	35.8	35.6
Anzahl Abschnitte über Grenzwert				22	14	14	11	11
Abschnittslänge über Grenzwert [m]				1702	1058	1058	853	853

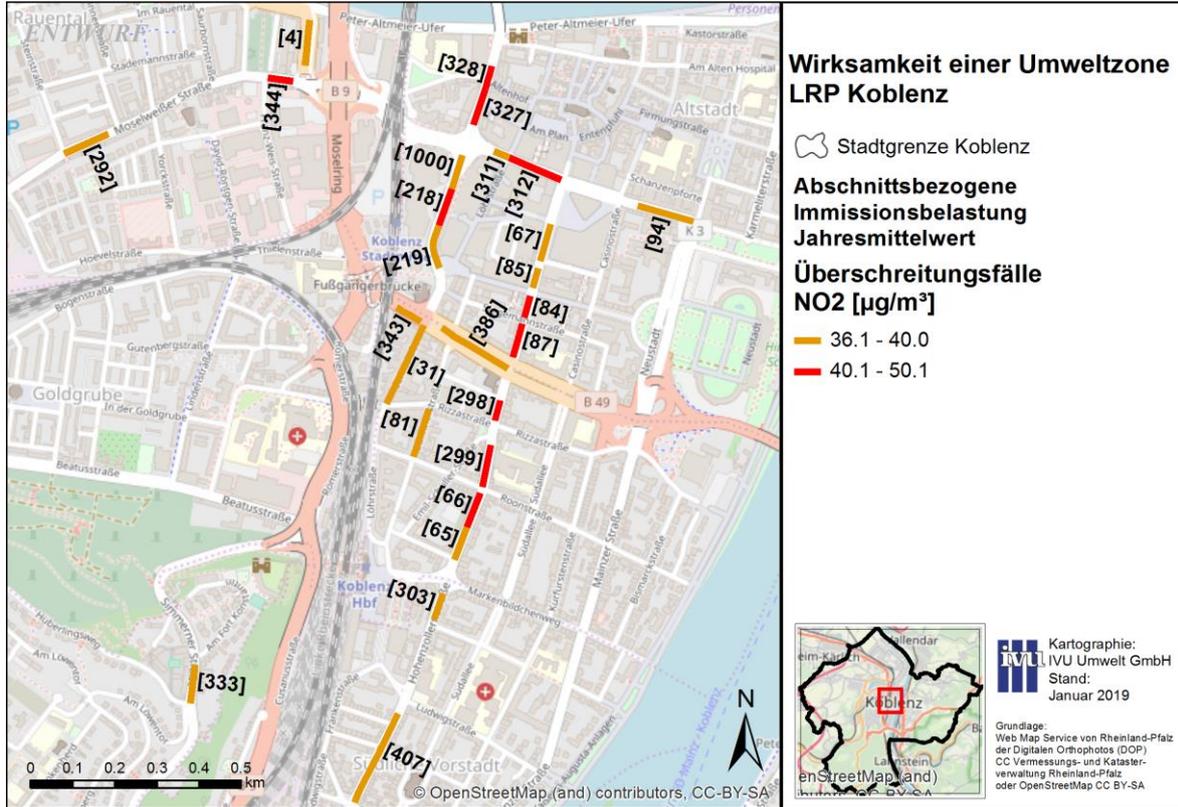


Abbildung 6-7 Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO₂ größer 36 µg/m³ im Istzustand 2017 (mit [ID] im Gebiet Innenstadt)

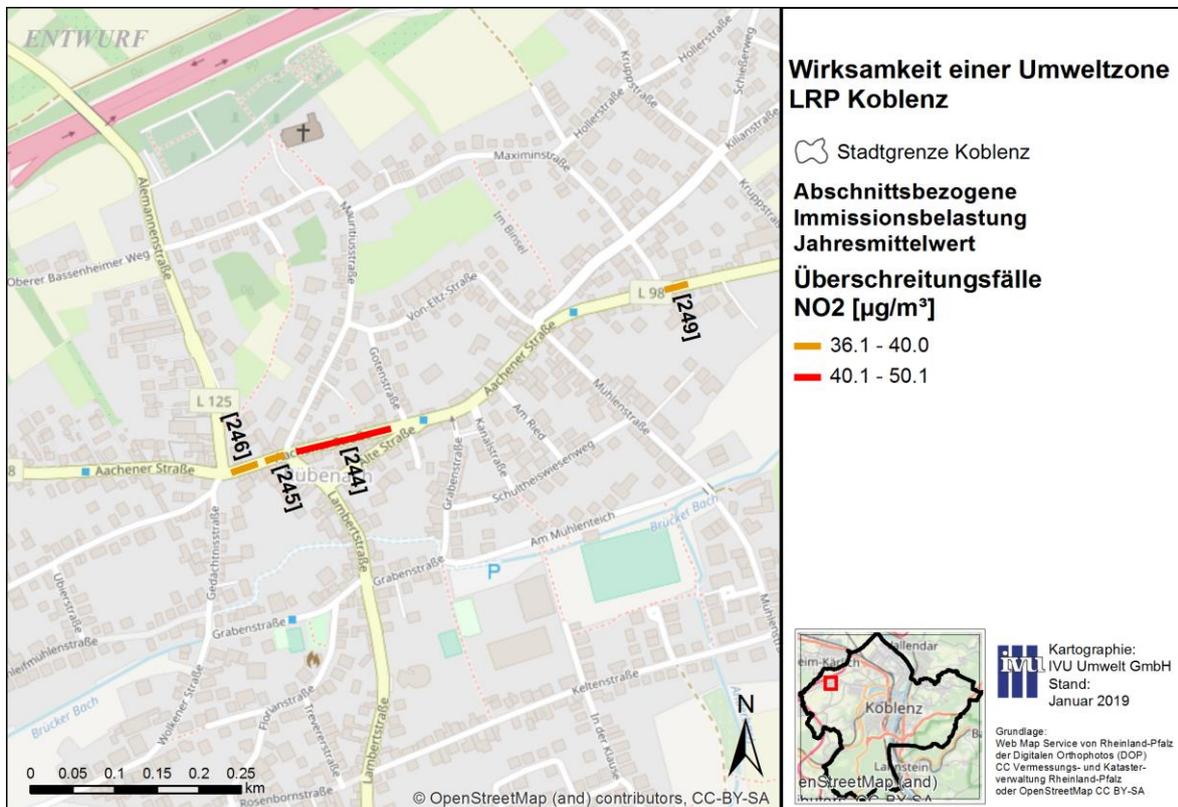


Abbildung 6-8 Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO₂ größer 36 µg/m³ im Istzustand 2017 (mit [ID] in Rübennach)

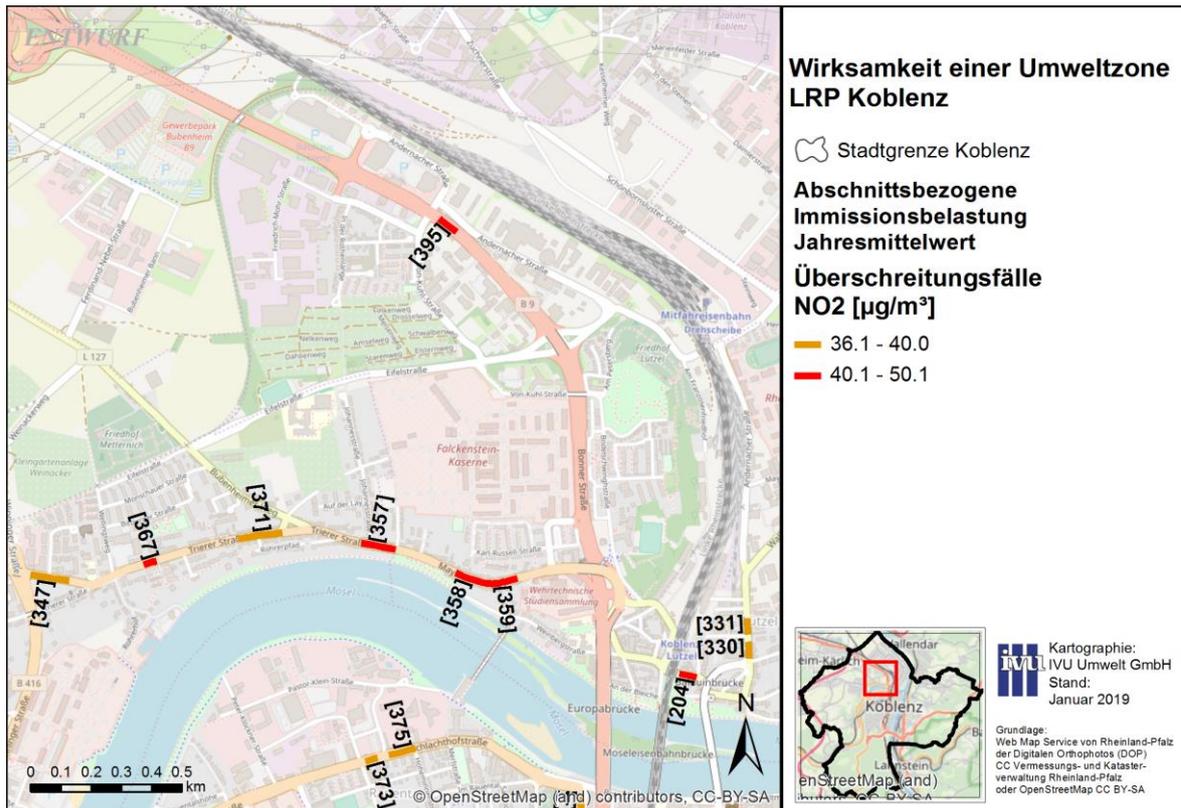


Abbildung 6-9 Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO₂ größer 36 µg/m³ im Istzustand 2017 (mit [ID] in Lützel)

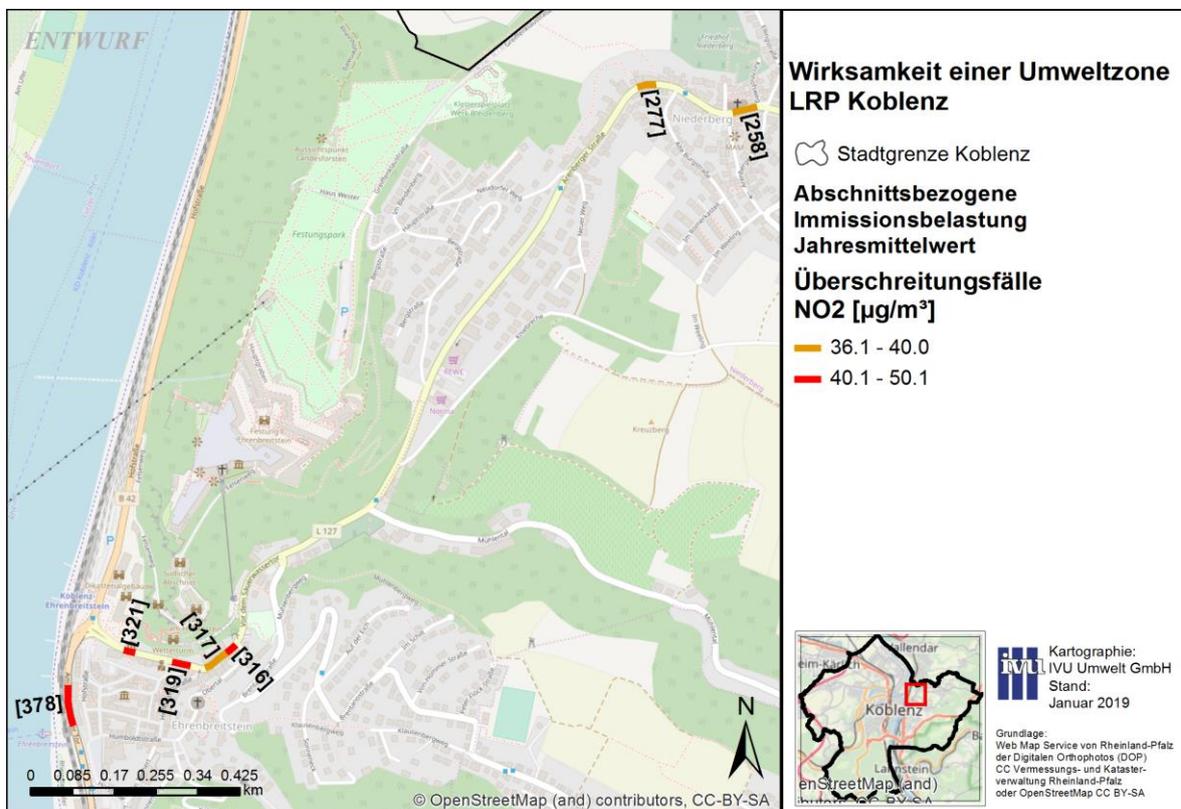


Abbildung 6-10 Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO₂ größer 36 µg/m³ im Istzustand 2017 (mit [ID] in Ehrenbreitstein)

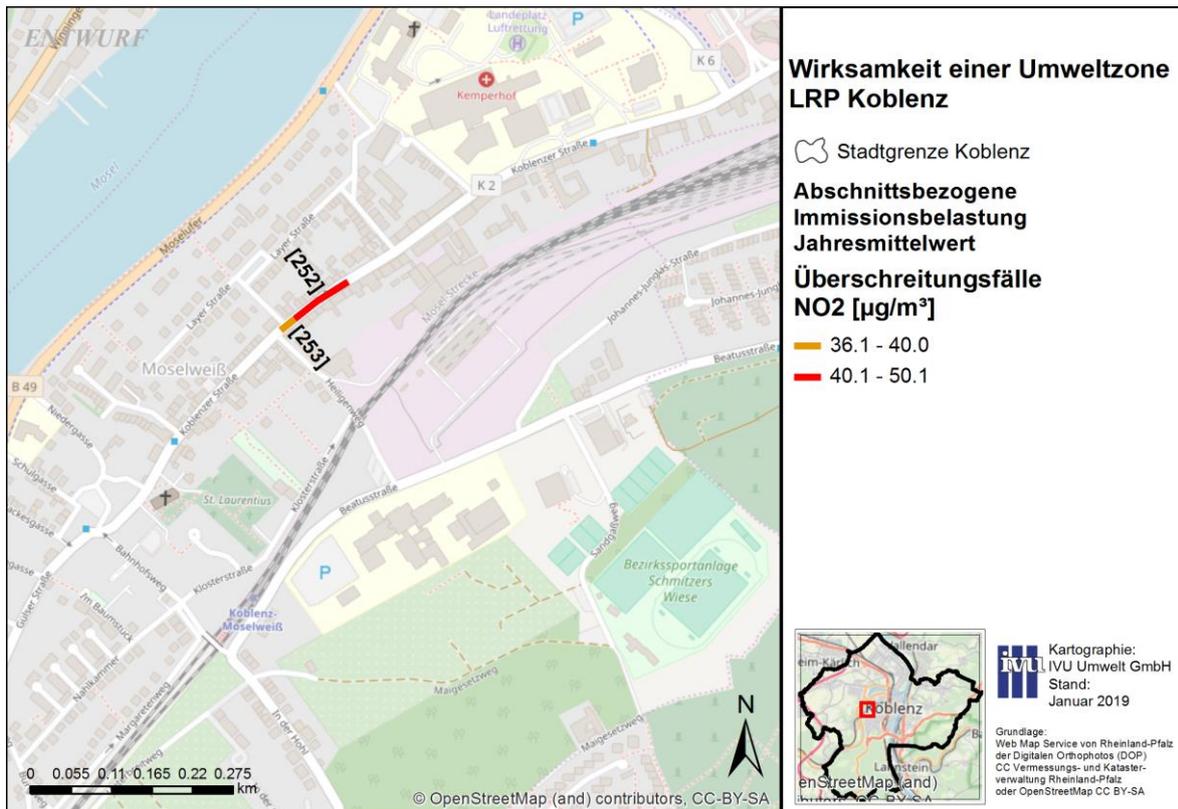


Abbildung 6-11 Screeningabschnitte mit modelliertem Jahresmittelwert NO₂ größer 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Istzustand 2017 (mit [ID] in Moselweiß)

6.1.3 Vergleich mit Messdaten

Zur Qualitätssicherung der Modellierung wurden die mit dem Screeningverfahren berechneten Konzentrationen mit vorhandenen Messwerten der kontinuierlich messenden ZIMEN-Stationen und der diskontinuierlichen Messungen mit Passivsammlern für das Bezugsjahr 2017 verglichen.

In Tabelle 6-2 sind die verkehrsbezogenen Messstationen mit Messungen in 2017 aufgelistet. Im Vorfeld wurde die Lage der jeweiligen Messstation dahingehend geprüft, ob eine Bewertung mit einem Screeningmodell wie IMMIS^{luft} überhaupt zielführend ist. Nach dieser Auswahl wurden die Ergebnisse folgender Passivsammler nicht verwendet:

- Saarplatzkreisel (Kreuzungsbereich)
- Peter-Altmeier-Ufer/Kornfortstraße (direkt am Mosel-Ufer/Schiffsnah))
- Jesuitenplatz (Lage in Hinterhof/Hintergrundstation)
- Kaiserin-Augusta-Anlage (wurde als Hintergrundstation verwendet)
- Trierer Straße (Messung erst ab 2018)

Tabelle 6-2: Tabellarischer Vergleich Modell mit Messung an verkehrsnahen Messstationen (Hotspots) 2017

Stationscode	Name	NO ₂ Jahresmittel 2017		
		Messung [µg/m ³]	Modell IMMIS ^{luft} [µg/m ³]	Abweichung
DERP024	Friedrich-Ebert-Ring	34.4	34.6	0.6%
DERP045	Hohenfelder Straße	40.4	38.9	-3.8%
iLab_Bahnhof	Bahnhofstraße	42.0	36.4	-13.4%
iLab_Hohenzollern	Hohenzollernstraße	47.0	44.7	-4.9%
iLab_Mainzer	Mainzer Straße	27.0	31.6	16.9%
iLab_Rübenach	Rübenach	32.0	36.8	15.0%

Der Vergleich zwischen Messung und Modell zeigt Abweichungen von -13.4 % bis +16.9 %, was deutlich in dem durch die EU-Richtlinie erlaubten Bereich von +/-30 % Abweichung liegt.

Geringe Unterschätzungen werden an der Messstelle Hohenzollernstraße mit -4.9% und an der Messstelle Hohenfelder Straße mit -3.8 % modelliert. Die größte Unterschätzung tritt in der Bahnhofstraße mit -13.4 % auf. Die Messungen in der Mainzer Straße und in Rübenach werden mit 16.9 % bzw. 15 % überschätzt.

Die Ursachen für mögliche Abweichungen zwischen Modell- und Messwerten können vielschichtig sein. Grundsätzlich sind auch Messungen mit einer Messtoleranz behaftet. Die vereinfachten Abbildungen der Straßenraumgeometrie im Screening und die nicht immer vorliegende Vergleichbarkeit des im Modell festgelegten Auswertepunkts mit der Lage der Messstation im Straßenraum schränken die Vergleichbarkeit grundsätzlich ein. Weiterhin zeigen Auswertungen von Sensitivitätsbetrachtungen der Anwendungen eines Screening-Verfahrens, dass Abweichungen von +/-20% allein auf Grund der üblichen Unsicherheiten der Eingangsdaten möglich sind (DIEGMANN, V.; MAHLAU, A. 1999).

6.1.4 Umweltzone

In den Planfällen für 2019 wurde die Wirkung von Einfahrbeschränkungen in die geplante Umweltzone und Modernisierungen der Linienbusflotte untersucht. Die Untersuchungen in den Planfällen „Umweltzone 1“, „Umweltzone 2“ und „Umweltzone 3“ erfolgten für die 41 Abschnitte, die im Bereich der geplanten Umweltzone (Abbildung 4-1) liegen.

Für alle Screeningabschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone sind die NO₂-Jahresmittelwerte für den Istzustand 2017 dem Nullfall 2019 und den Planfällen in Tabelle 6-3 gegenübergestellt. NO₂-Jahresmittelwerte größer 36 µg/m³ sind von rot (Maximum) bis rosa (Minimum) hinterlegt. Für die Planfälle „Umweltzone 1“, „Umweltzone 2“ und „Umweltzone 3“ sind die relativen Abweichungen zum Nullfall 2019 dargestellt und mit blauen Balken graphisch visualisiert. Die Karte der Screeningabschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone mit Angabe der ID erlaubt die geografische Zuordnung der Abschnitte an Hand der ID.

Von den 55 Abschnitten mit einem modellierten NO₂-Jahresmittelwert größer 36 µg/m³ im Istzustand 2017 liegen 12 Abschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone, an sechs dieser Abschnitte wurde eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts modelliert.

Im Nullfall 2019 weisen noch zehn Abschnitte einen modellierten NO₂-Jahresmittelwert größer 36 µg/m³ auf, für vier dieser Abschnitte wurde eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts modelliert.

Der höchstbelastete Abschnitt liegt in der Pfulgasse zwischen Löhrstraße und Görgenstraße mit einem modelliertem NO₂-Jahresmittelwert von 46 µg/m³ im Istzustand 2017 und 44.3 µg/m³ im Nullfall 2019.

Das Ergebnis der Screeningberechnungen für den Bereich der geplanten Umweltzone ist für NO₂ für den Nullfall 2019 in Abbildung 6-13 sowie für die Planfälle „Umweltzone 1“ in Abbildung 6-14, für die „Umweltzone 2“ in Abbildung 6-15 und für die „Umweltzone 3“ in Abbildung 6-16 kartographisch dargestellt.

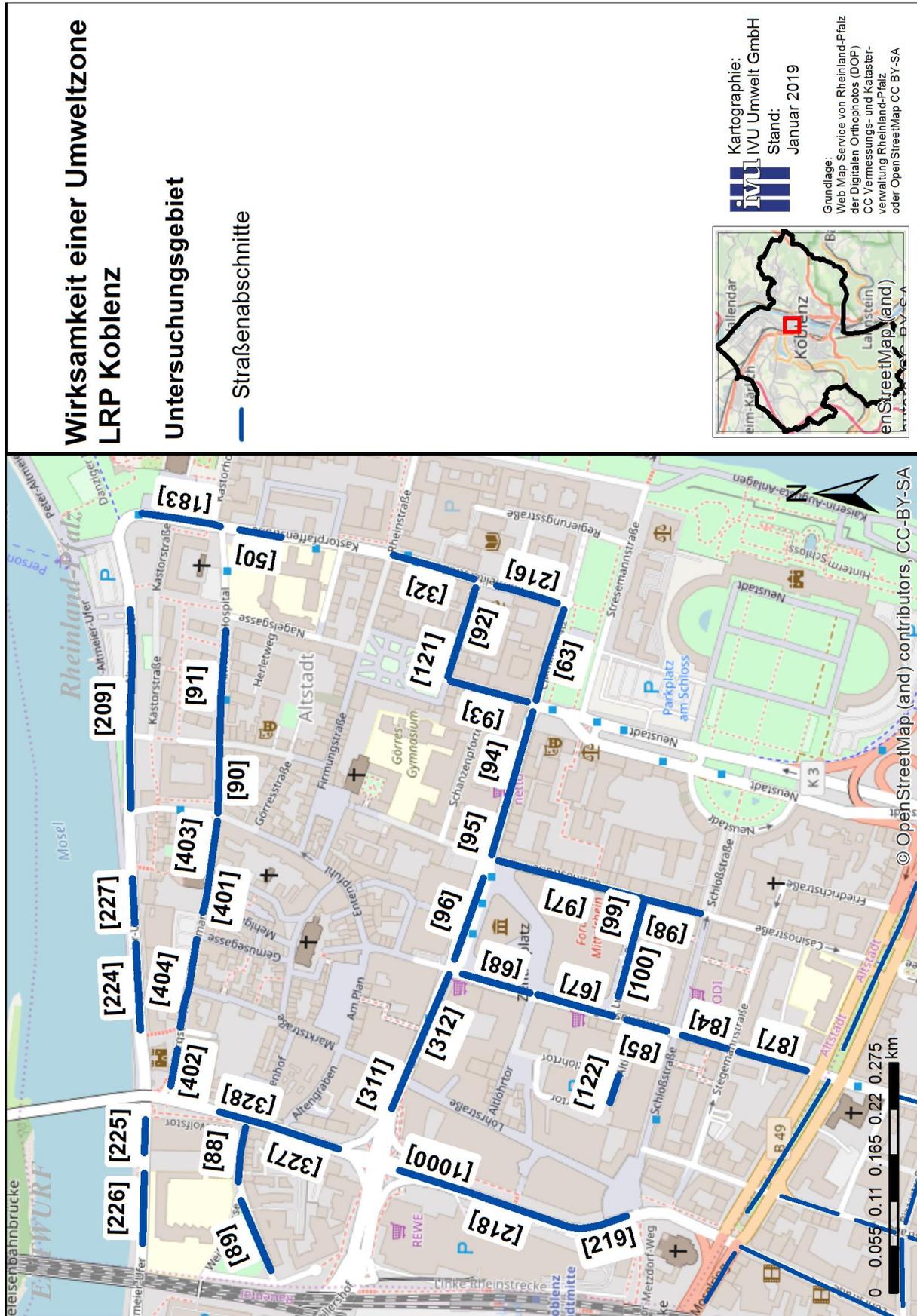
Durch alle drei Planfälle sinken die NO₂-Gesamtbelastungen, wenn auch für den Planfall „Umweltzone 1“ nur um maximal 1.2 % in der Pfulgasse, „An der Moselbrücke“ (in Verlängerung der Hohenfelder Straße) und in der Viktoriastraße. Ähnliche hohe Minderungswirkung auf den NO₂-Jahresmittelwert wurden für die Planfälle „Umweltzone 2“ und „Umweltzone 3“ für Screeningabschnitte mit hohen Linienbusanteilen wie der Clemensstraße, der Hohenfelder Straße, der Pfulgasse oder der Viktoriastraße modelliert. Die größte Minderungswirkung hat die Modernisierung der Linienbusflotte im Bereich der Hohenfelder Straße in der „Umweltzone 3“ mit einer Reduktion des NO₂-Jahresmittelwertes im Vergleich zum Nullfall 2019 von 10.2 %.

Im Bereich der Messstelle in der Hohenfelder Straße (ID 1000, in Tabelle 6-3 doppelt umrandet) liegen die Minderungen für die „Umweltzone 1“ bei 0.7 %, für die „Umweltzone 2“ bei 8.3 % und für die „Umweltzone 3“ bei 8.9 %.

Die Minderungswirkung des Planfalls „Umweltzone 1“ ist so gering, dass sich die Anzahl der Abschnitte mit einem modellierten NO₂-Jahresmittelwert größer 36 µg/m³ und mit einer Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts im Vergleich zum Nullfall 2019 nicht verändert. In den Planfällen „Umweltzone 2“ und „Umweltzone 3“ bleiben noch die Abschnitte „An der Moselbrücke“ knapp unter 39 µg/m³ und „Viktoriastraße“ um die 38 µg/m³. Die NO₂-Belastung an dem am höchsten belasteten Screeningabschnitt „Pfulgasse“ sinkt zwar um bis zu 9 %, damit wird aber auch in diesen zwei Planfällen weiterhin eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts modelliert.

Tabelle 6-3: Screeningabschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone mit modelliertem Jahresmittelwert NO₂ größer 36 µg/m³ im Istzustand 2017 im Vergleich zum Nullfall 2019, „Umweltzone 1“ (UWZ1), „Umweltzone 2“ (UWZ2) und „Umweltzone 3“ (UWZ3) unter Angabe der relativen Änderungen für die Planfälle UWZ1, UWZ2 und UWZ3 (in alphabetischer Reihenfolge, Jahresmittelwert NO₂ größer 36 µg/m³ rot hinterlegt, Abschnitt im Bereich der Messstation doppelt umrandet)

Straßenname	ID	Länge [m]	Anteile [%]		NO ₂ -Jahresmittelwert [µg/m ³]				Änderung zum Nullfall		
			Bus	schwere Lkw	Nullfall 2019	UWZ1	UWZ2	UWZ3	UWZ1	UWZ2	UWZ3
Altlöhrtor	122	34		1	26.5	26.4	26.4	26.4	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Am alten Hospital	91	134	2	2	26.5	26.4	26.4	26.3	-0.2%	-0.5%	-0.6%
Am Wöllershof	311	40	6	6	36.8	36.4	34.4	34.3	-0.9%	-6.5%	-6.7%
An der Moselbrücke	328	58	4	6	41.6	41.1	38.9	38.6	-1.2%	-6.6%	-7.2%
Auf der Danne	403	67		2	28.5	28.3	28.3	28.3	-0.6%	-0.6%	-0.6%
Burgstraße	402	44		2	26.9	26.9	26.9	26.9	-0.3%	-0.3%	-0.3%
Burgstraße	404	107		2	28.3	28.2	28.2	28.2	-0.6%	-0.6%	-0.6%
Casinostraße	97	180		2	27.4	27.3	27.3	27.3	-0.4%	-0.4%	-0.4%
Casinostraße	98	68		1	27.1	27.0	27.0	27.0	-0.3%	-0.3%	-0.3%
Clemensplatz	63	113	1	3	28.4	28.3	28.1	28.0	-0.5%	-1.2%	-1.3%
Clemensstraße	95	40	14	10	33.2	33.1	30.9	30.9	-0.5%	-7.0%	-7.0%
Clemensstraße	94	138	14	10	38.0	37.7	34.3	34.3	-0.7%	-9.6%	-9.7%
Clemensstraße	96	103	16	10	32.0	31.9	30.0	30.0	-0.3%	-6.5%	-6.4%
Florinsmarkt	401	43		2	26.2	26.2	26.2	26.2	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Gerichtsstraße	121	27			26.5	26.5	26.5	26.5	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Gerichtsstraße	92	84			26.9	26.8	26.8	26.8	-0.3%	-0.3%	-0.3%
Görgenstraße	68	83	10	15	30.7	30.5	29.4	29.3	-0.5%	-4.2%	-4.5%
Hohenfelder Straße	218	93	12	16	40.5	40.1	36.6	36.3	-0.8%	-9.5%	-10.2%
Hohenfelder Straße	219	106	10	6	35.7	35.6	33.1	32.9	-0.5%	-7.3%	-7.8%
Hohenfelder Straße	327	90	4	6	38.9	38.4	36.5	36.4	-1.1%	-6.0%	-6.4%
Hohenfelder Straße	1000	84	12	16	37.6	37.3	34.4	34.2	-0.7%	-8.3%	-8.9%
Karmeliterstraße	32	100	2	1	28.6	28.5	28.2	28.2	-0.5%	-1.4%	-1.4%
Karmeliterstraße	216	75	1	1	27.7	27.6	27.4	27.4	-0.4%	-0.9%	-1.0%
Kastorpaffenstraße	50	49	2	1	28.1	28.0	27.7	27.7	-0.4%	-1.3%	-1.3%
Kastorpaffenstraße	183	94	1	1	26.0	26.0	25.9	25.9	-0.1%	-0.2%	-0.2%
Luisenstraße	99	48		3	26.0	26.0	26.0	26.0	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Luisenstraße	100	68		3	25.9	25.9	25.9	25.9	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Peter-Altmeier-Ufer	209	238	0	5	26.2	26.1	26.1	26.1	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Peter-Altmeier-Ufer	224	103		5	28.5	28.3	28.3	28.3	-0.7%	-0.7%	-0.7%
Peter-Altmeier-Ufer	225	40		5	28.5	28.3	28.3	28.3	-0.6%	-0.6%	-0.6%
Peter-Altmeier-Ufer	226	84		5	27.5	27.4	27.4	27.4	-0.5%	-0.5%	-0.5%
Peter-Altmeier-Ufer	227	54		5	27.7	27.6	27.6	27.6	-0.5%	-0.5%	-0.5%
Pfuhlgasse	312	135	6	6	44.3	43.8	40.4	40.3	-1.2%	-8.8%	-9.0%
Poststraße	93	94			26.3	26.2	26.2	26.2	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Viktoriastraße	67	93	10	15	37.0	36.7	34.2	34.0	-0.9%	-7.6%	-8.0%
Viktoriastraße	84	54	8	12	41.9	41.4	38.1	37.9	-1.2%	-9.1%	-9.6%
Viktoriastraße	85	49	8	12	37.0	36.6	34.3	34.1	-1.0%	-7.4%	-7.8%
Viktoriastraße	87	84	9	13	39.0	38.6	35.8	35.6	-0.9%	-8.1%	-8.6%
Viktoriastraße	90	80	2	2	26.7	26.6	26.5	26.5	-0.2%	-0.6%	-0.7%
Weißer Gasse	88	65			27.9	27.8	27.8	27.8	-0.4%	-0.4%	-0.4%
Weißer Gasse	89	91			25.7	25.7	25.7	25.7	0.0%	0.0%	0.0%
Anzahl Abschnitte über Grenzwert			0		4	4	1	1			
Abschnittslänge über Grenzwert [m]			0		340	340	135	135			



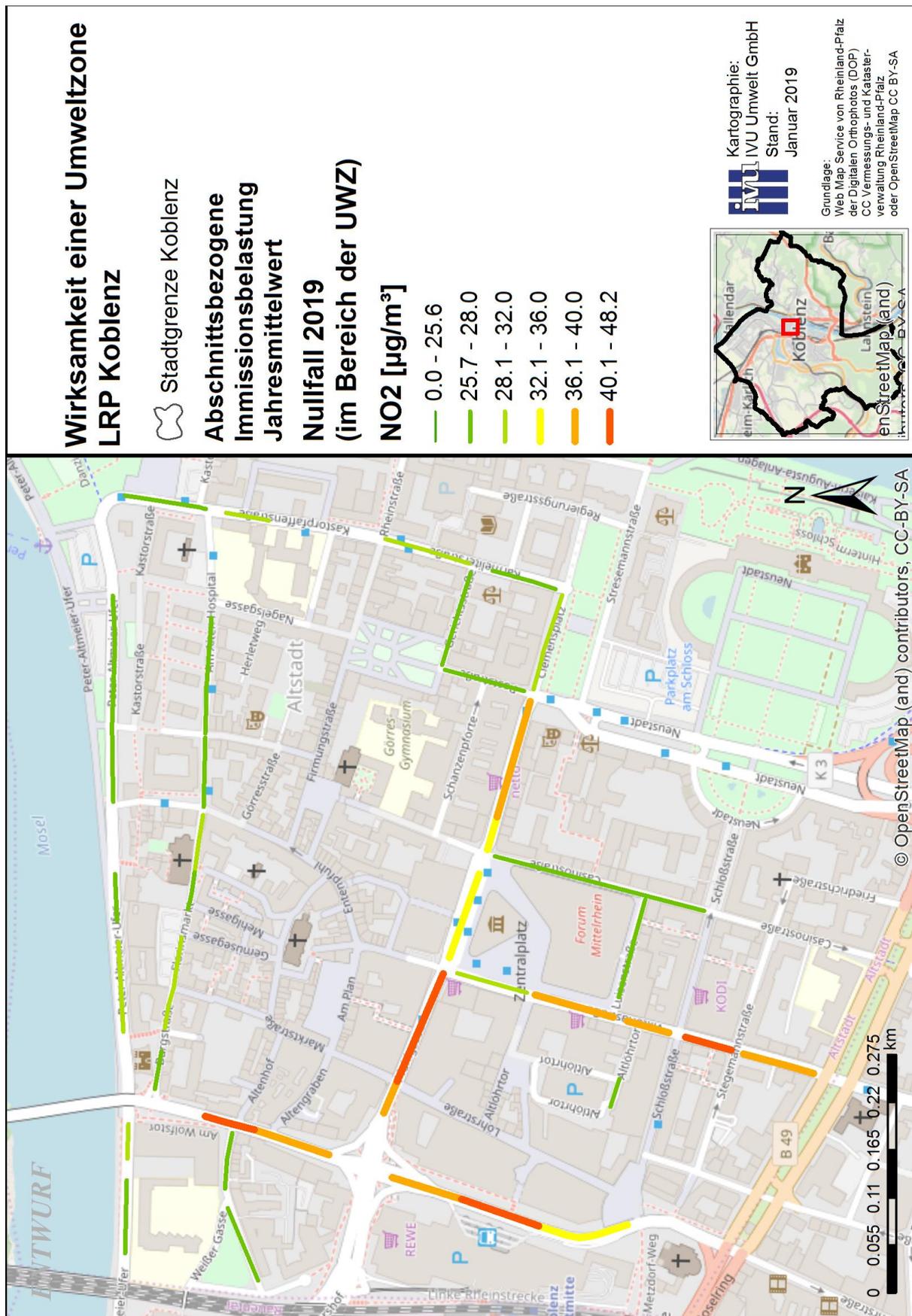


Abbildung 6-13 Modellierter NO₂-Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Bereich der geplanten Umweltzone)

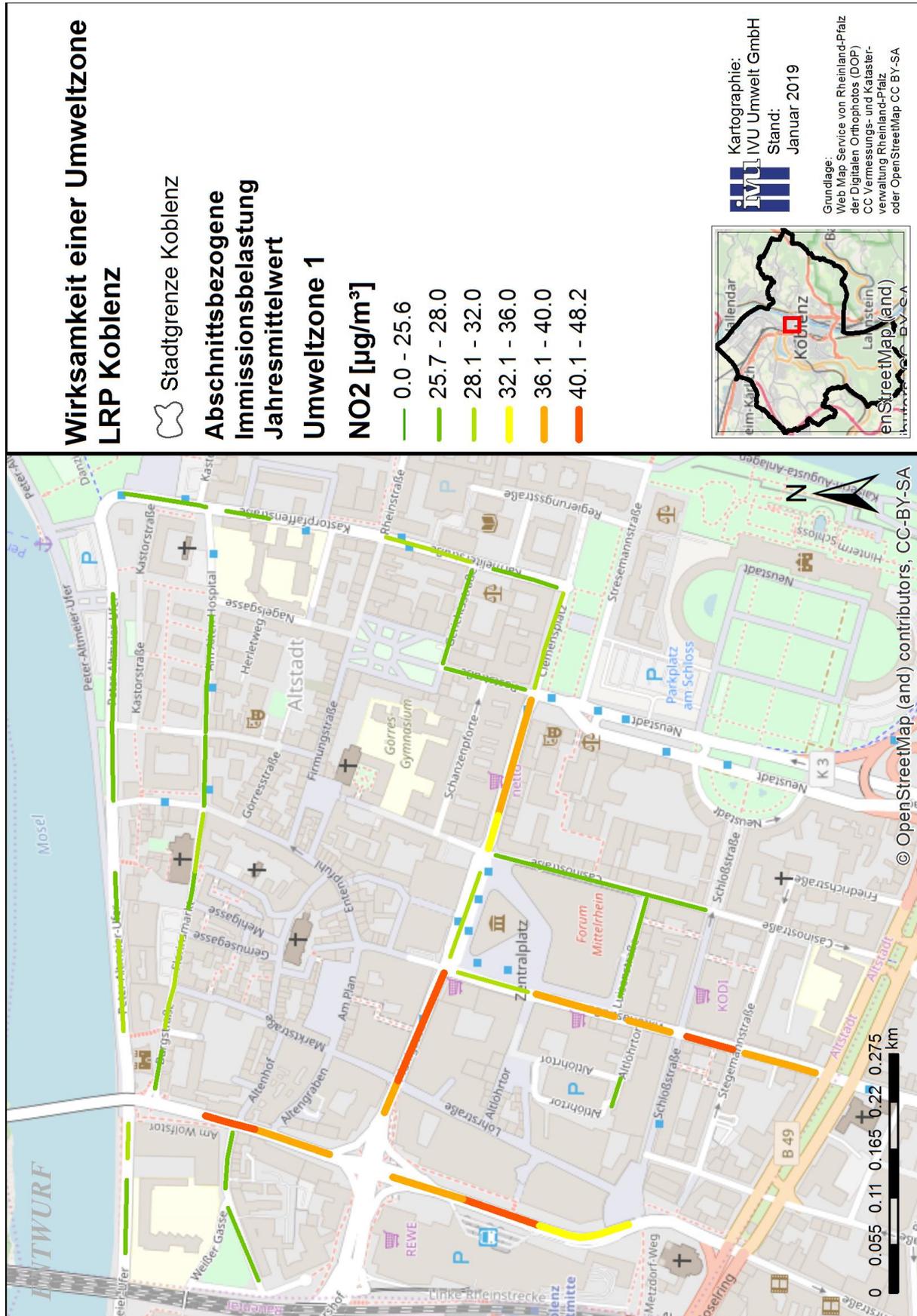


Abbildung 6-14 Modellierter NO₂-Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 1“ (Bereich der geplanten Umweltzone)

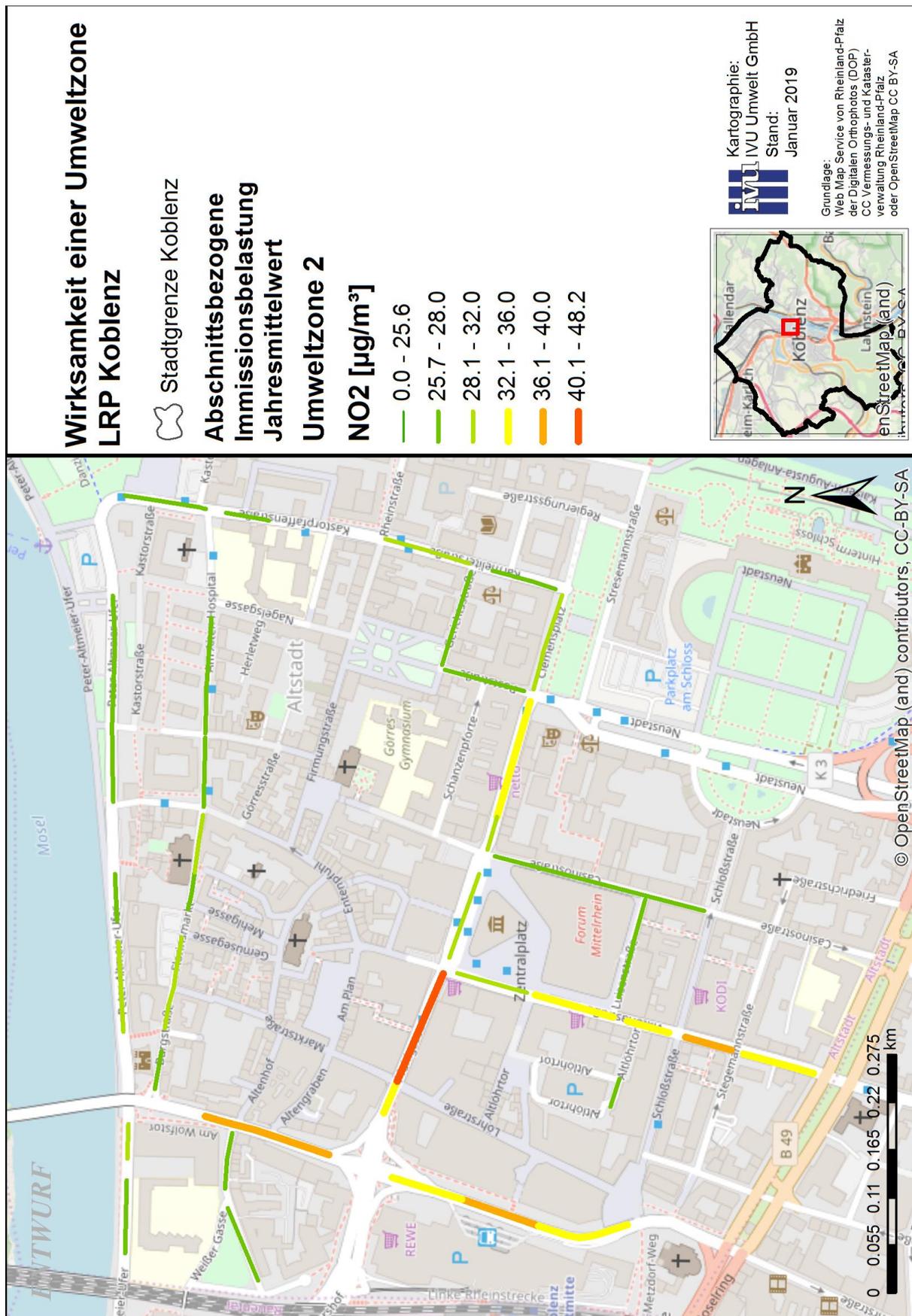


Abbildung 6-15 Modellierter NO₂-Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 2“ (Bereich der geplanten Umweltzone)

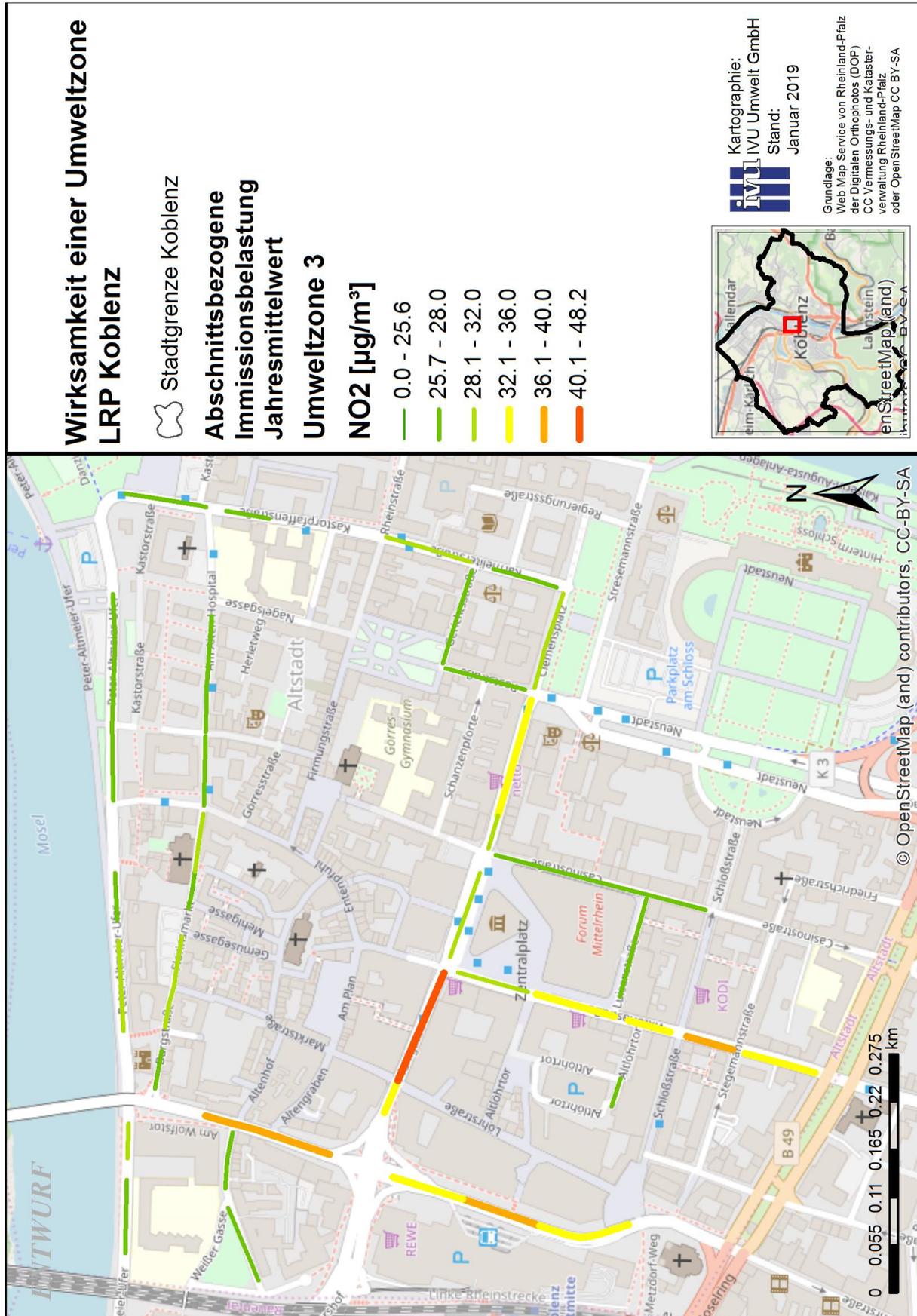


Abbildung 6-16 Modellierte NO₂-Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 3“ (Bereich der geplanten Umweltzone)

6.2 PM10

Das Ergebnis der stadtweiten Screeningberechnungen ist für PM10 jeweils für die Gesamtstadt in Abbildung 6-2 für den Istzustand 2017 und in Abbildung 6-3 für den Nullfall 2019 kartographisch dargestellt. Eine Auswertung der Häufigkeit bzw. Länge von Abschnitten in bestimmten PM10-Konzentrationsklassen ist in Form von Histogrammen für den Istzustand 2017 in Abbildung 6-19 für PM10 angegeben.

Eine Überschreitung des PM10-Jahresmittelgrenzwerts wurde weder für den Istzustand 2017 noch für den Nullfall 2019 berechnet.

Der zum Tagesgrenzwert korrespondierende PM10-Jahresmittelwert in Höhe von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abschnitt 3.6) wird sowohl für den Istzustand 2017 als auch für den Nullfall 2019 an keinem Abschnitt überschritten. Auch unter Berücksichtigung von Fehlertoleranzen von 5 % ($28.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und 10 % ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ist kein Abschnitt potenziell von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

Die höchste Belastung für PM10 im Istzustand 2017 wird wie auch schon für NO_2 auf dem Abschnitt der Charlottenstraße (ID 321, Abbildung 6-10) in Koblenz-Ehrenbreitstein entlang des Rhein-Museums ermittelt. Der berechnete PM10-Jahresmittelwert beträgt $25.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Änderungen in den PM10-Belastungen von 2017 nach 2019 sind, wie schon in Abschnitt 5.1 bezüglich der PM10-Emissionen diskutiert wurde, gering.

Auch die Minderungswirkung der Planfälle ist gering und beträgt maximal 2.1 % in der Pfulgasse für den Planfall „Umweltzone 2“ (Tabelle 6-4). Die PM10-Belastungen im Bereich der geplanten Umweltzone sind für den Nullfall 2019 in Abbildung 6-23, für die „Umweltzone 1“ in Abbildung 6-24, für die „Umweltzone 2“ in Abbildung 6-25 und für die „Umweltzone 3“ in Abbildung 6-26 kartographisch dargestellt.

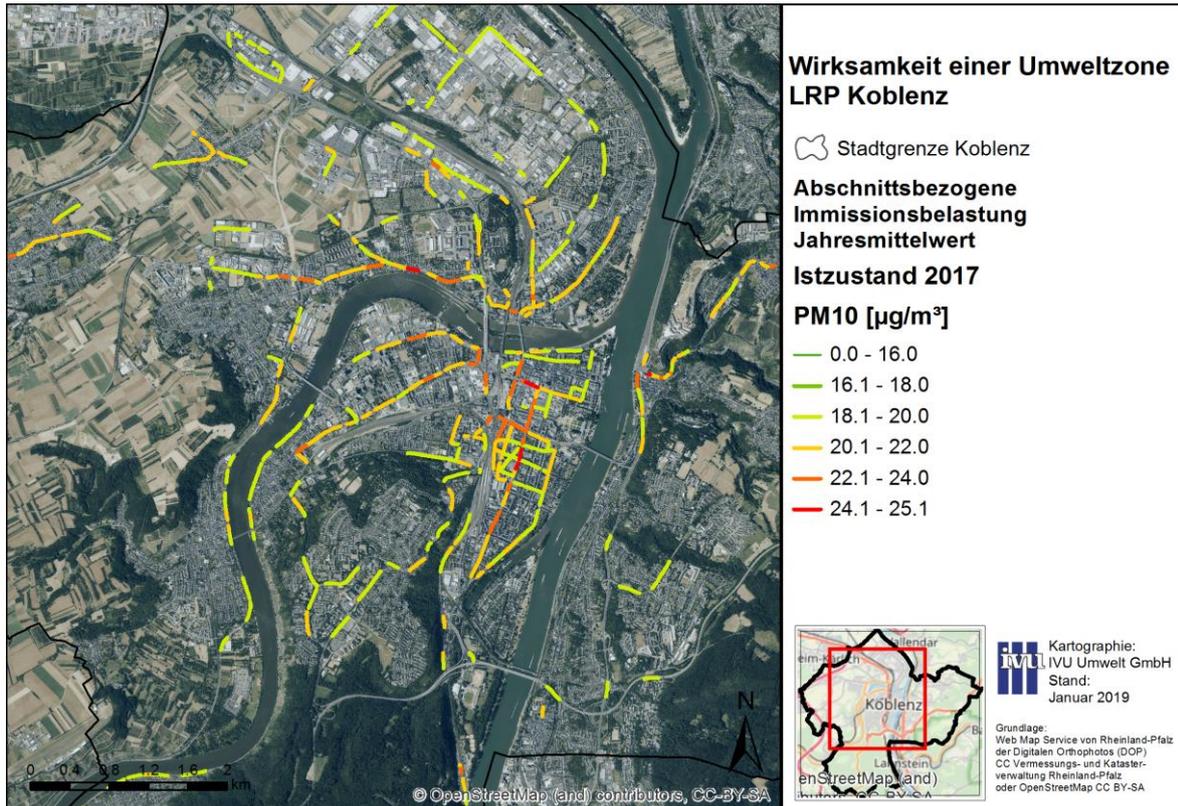


Abbildung 6-17 Modellierte PM10-Immissionsbelastung für den Istzustand 2017 (Gesamtstadt)

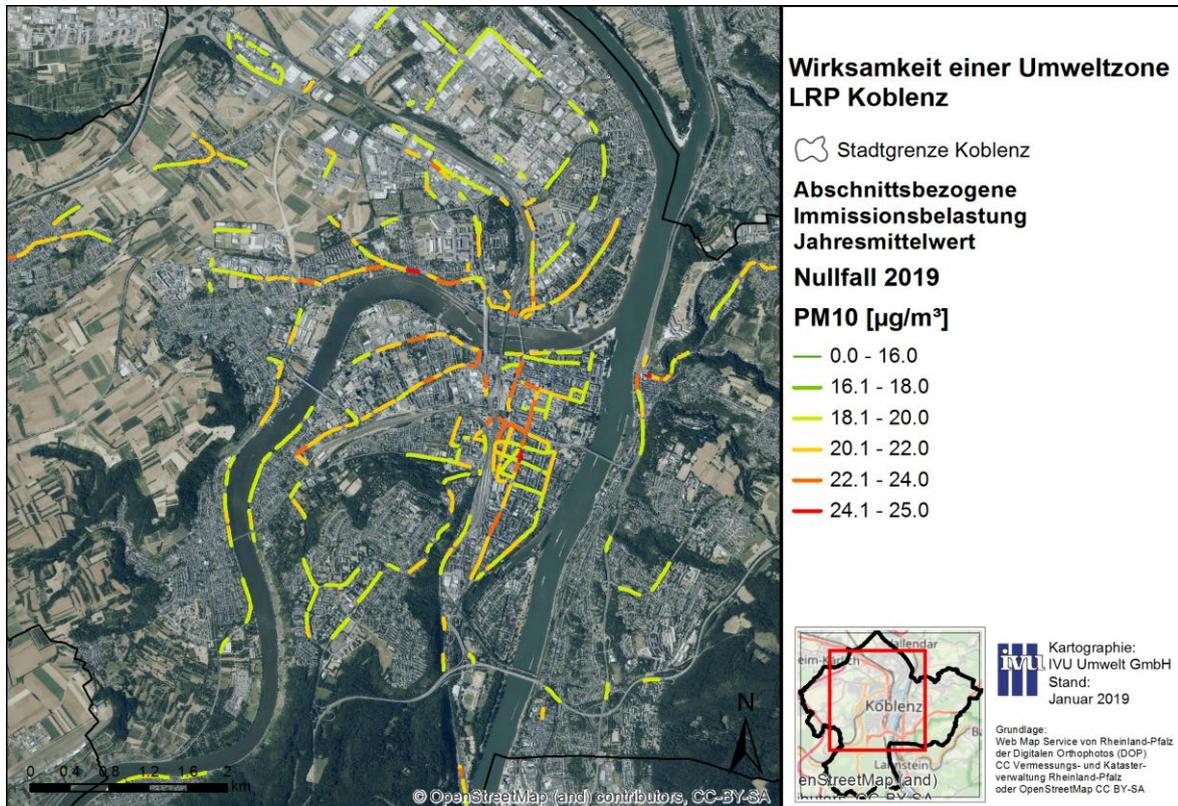


Abbildung 6-18 Modellierte PM10-Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Gesamtstadt)

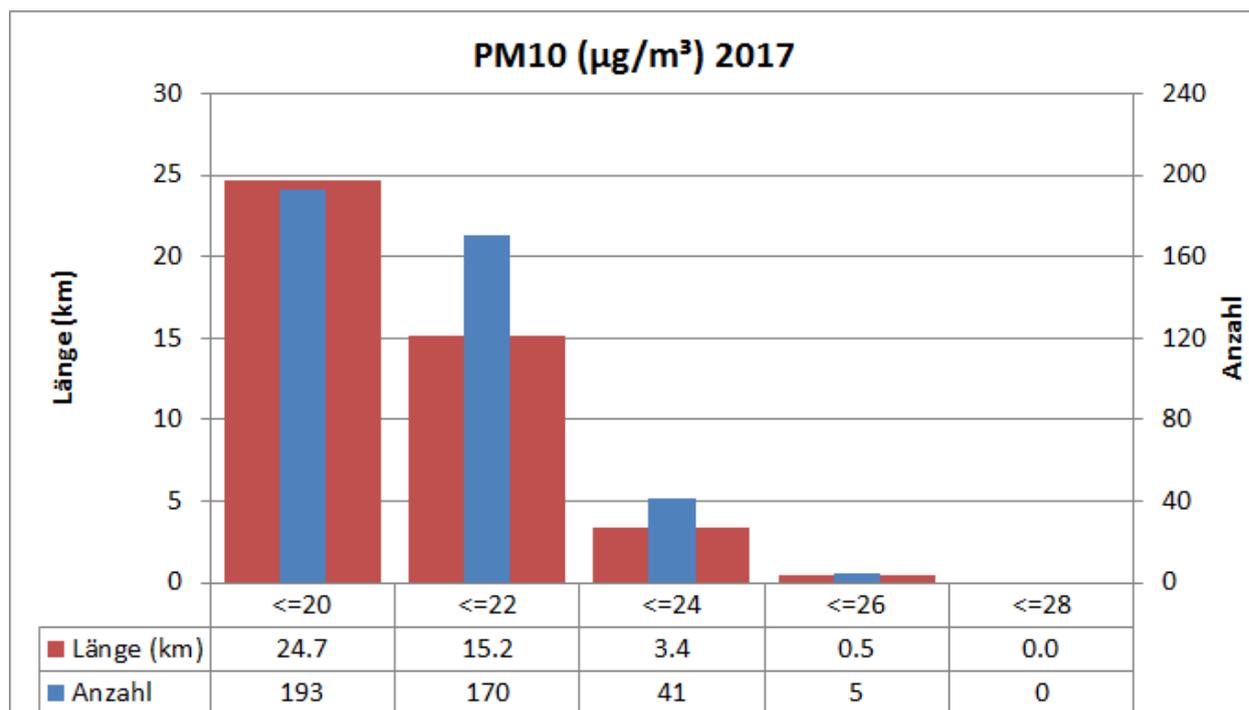


Abbildung 6-19 Histogramme der Anzahl bzw. Längen von Screeningabschnitten in Konzentrationsklassen für PM10 für den Istzustand 2017

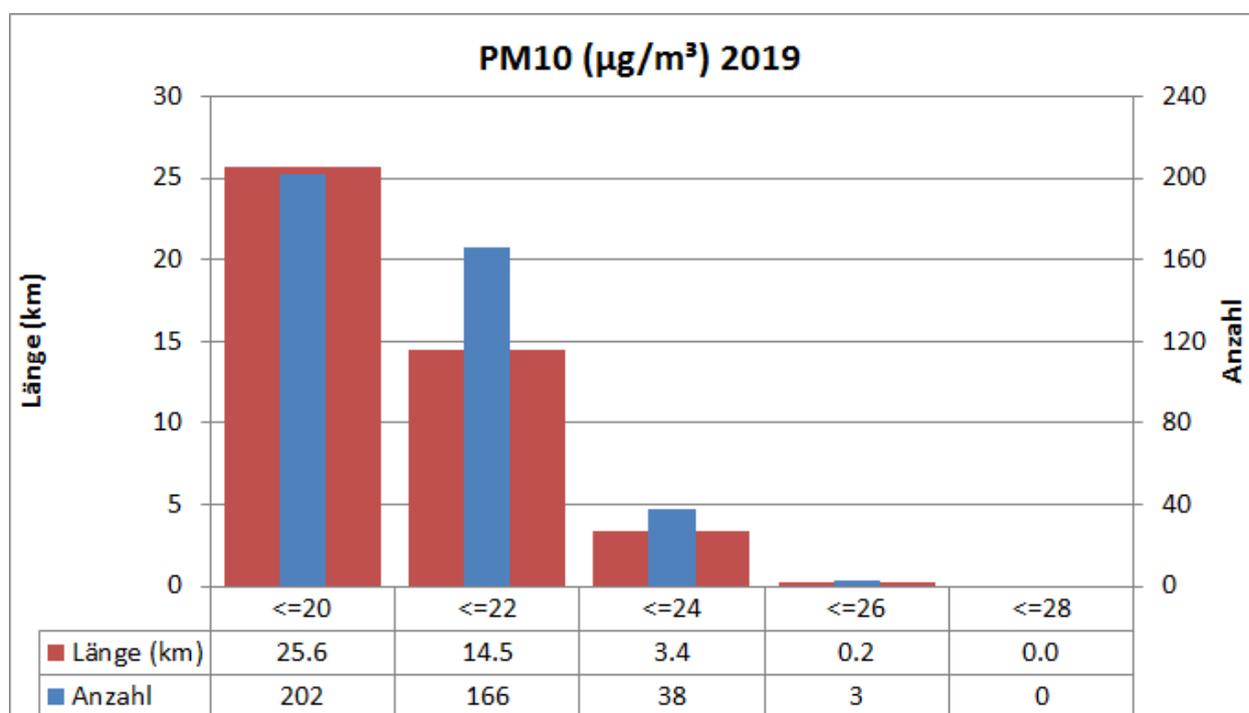


Abbildung 6-20 Histogramme der Anzahl bzw. Längen von Screeningabschnitten in Konzentrationsklassen für PM10 für den Nullfall 2019

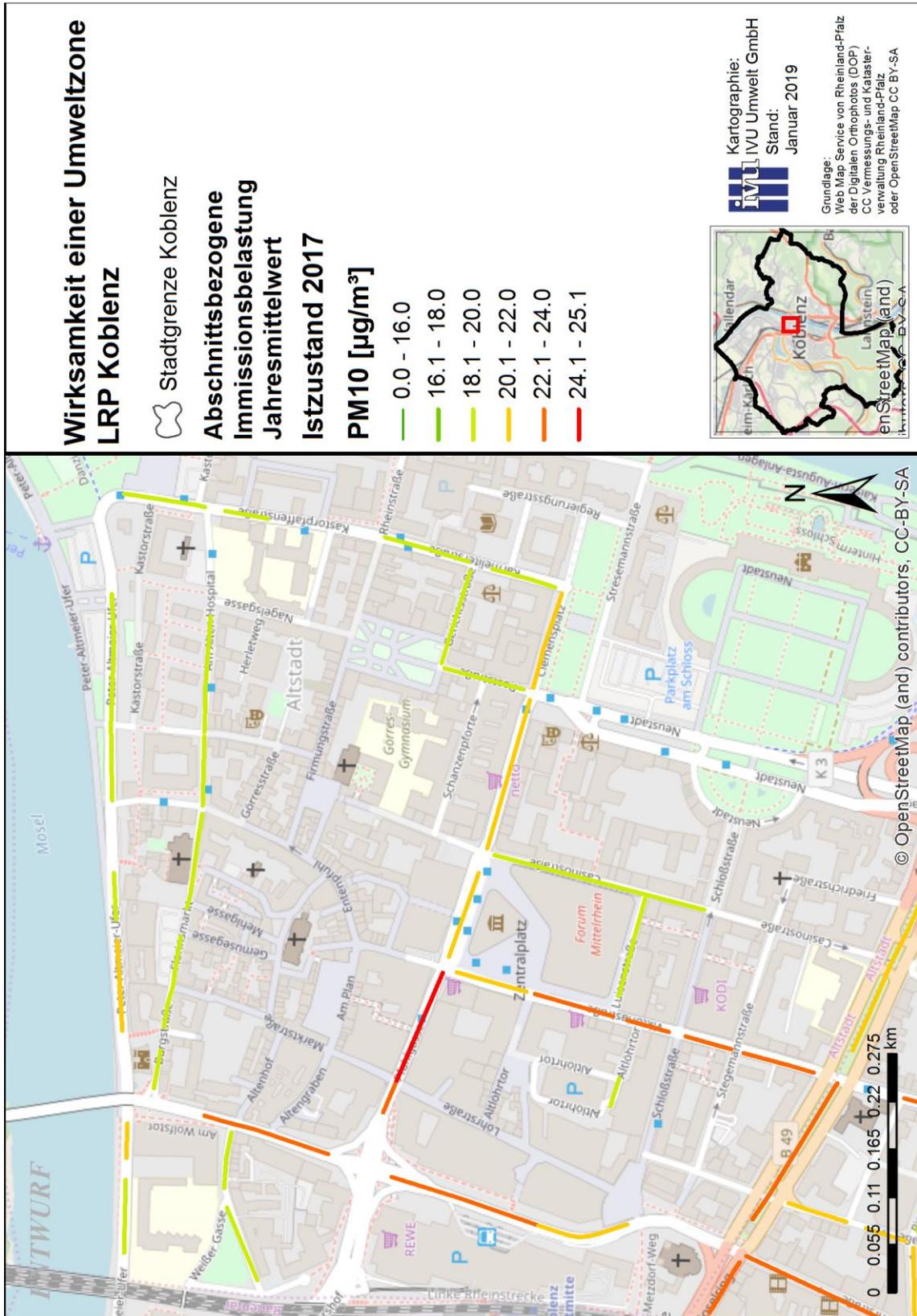


Abbildung 6-21 Modellierter PM10-Immissionsbelastung für den Istzustand 2017 (Innenstadt)

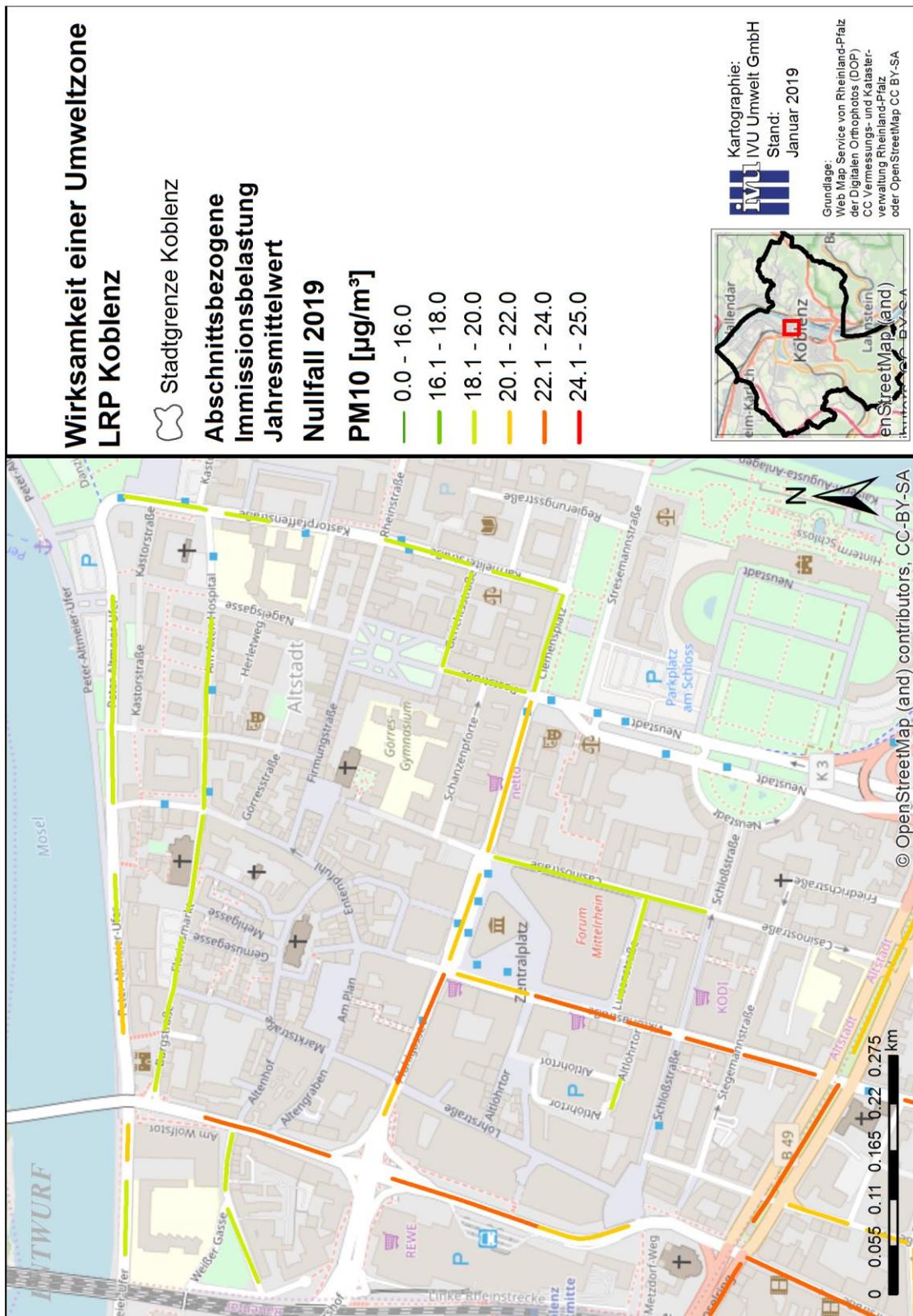


Abbildung 6-22 Modellierte PM10-Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Innenstadt)

Tabelle 6-4: Screeningabschnitte im Bereich der geplanten Umweltzone (in alphabetischer Reihenfolge, Abschnitt im Bereich der Messstation doppelt umrandet)

Straßenname	ID	Länge [m]	Anteile [%]		PM10-Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				Änderung zum Nullfall		
			Bus	schwere Lkw	Nullfall 2019	UWZ1	UWZ2	UWZ3	UWZ1	UWZ2	UWZ3
Altlohrtor	122	34		1	19.5	19.5	19.5	19.5	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Am alten Hospital	91	134	2	2	19.5	19.5	19.5	19.5	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Am Wöllershof	311	40	6	6	22.0	21.9	21.7	21.9	-0.6%	-1.3%	-0.6%
An der Moselbrücke	328	58	4	6	23.5	23.3	23.2	23.3	-0.9%	-1.6%	-0.9%
Auf der Danne	403	67		2	20.0	19.9	19.9	19.9	-0.3%	-0.3%	-0.3%
Burgstraße	402	44		2	19.6	19.6	19.6	19.6	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Burgstraße	404	107		2	19.9	19.9	19.9	19.9	-0.3%	-0.3%	-0.3%
Casinostraße	97	180		2	19.7	19.7	19.7	19.7	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Casinostraße	98	68		1	19.7	19.6	19.6	19.6	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Clemensplatz	63	113	1	3	20.0	19.9	19.9	19.9	-0.2%	-0.3%	-0.2%
Clemensstraße	95	40	14	10	20.5	20.4	20.3	20.4	-0.3%	-1.1%	-0.3%
Clemensstraße	94	138	14	10	21.3	21.2	20.9	21.2	-0.4%	-1.8%	-0.4%
Clemensstraße	96	103	16	10	20.2	20.2	20.1	20.2	-0.2%	-0.9%	-0.2%
Florinsmarkt	401	43		2	19.5	19.5	19.5	19.5	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Gerichtsstraße	121	27			19.5	19.5	19.5	19.5	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Gerichtsstraße	92	84			19.6	19.6	19.6	19.6	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Görgenstraße	68	83	10	15	20.6	20.5	20.4	20.5	-0.3%	-0.7%	-0.3%
Hohenfelder Straße	218	93	12	16	23.1	23.0	22.7	23.0	-0.6%	-1.8%	-0.6%
Hohenfelder Straße	219	106	10	6	21.5	21.4	21.2	21.4	-0.4%	-1.3%	-0.4%
Hohenfelder Straße	327	90	4	6	22.8	22.6	22.5	22.6	-0.8%	-1.4%	-0.8%
Hohenfelder Straße	1000	84	12	16	22.3	22.2	22.0	22.2	-0.5%	-1.5%	-0.5%
Karmeliterstraße	32	100	2	1	19.9	19.9	19.9	19.9	-0.2%	-0.3%	-0.2%
Karmeliterstraße	216	75	1	1	19.8	19.8	19.8	19.8	-0.2%	-0.3%	-0.2%
Kastorpaffenstraße	50	49	2	1	19.8	19.8	19.7	19.8	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Kastorpaffenstraße	183	94	1	1	19.4	19.4	19.4	19.4	0.0%	0.0%	0.0%
Luisenstraße	99	48		3	19.4	19.4	19.4	19.4	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Luisenstraße	100	68		3	19.4	19.4	19.4	19.4	0.0%	0.0%	0.0%
Peter-Altmeier-Ufer	209	238	0	5	19.5	19.5	19.5	19.5	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Peter-Altmeier-Ufer	224	103		5	20.2	20.1	20.1	20.1	-0.3%	-0.3%	-0.3%
Peter-Altmeier-Ufer	225	40		5	20.2	20.1	20.1	20.1	-0.3%	-0.3%	-0.3%
Peter-Altmeier-Ufer	226	84		5	19.9	19.9	19.9	19.9	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Peter-Altmeier-Ufer	227	54		5	20.0	19.9	19.9	19.9	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Pfuhlgasse	312	135	6	6	23.9	23.7	23.4	23.7	-1.0%	-2.1%	-1.0%
Poststraße	93	94			19.5	19.5	19.5	19.5	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Viktoriastraße	67	93	10	15	22.2	22.0	21.9	22.0	-0.6%	-1.4%	-0.6%
Viktoriastraße	84	54	8	12	23.4	23.3	23.0	23.3	-0.8%	-1.9%	-0.8%
Viktoriastraße	85	49	8	12	22.1	22.0	21.8	22.0	-0.6%	-1.4%	-0.6%
Viktoriastraße	87	84	9	13	22.7	22.5	22.3	22.5	-0.6%	-1.6%	-0.6%
Viktoriastraße	90	80	2	2	19.5	19.5	19.5	19.5	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Weißer Gasse	88	65			19.8	19.7	19.7	19.7	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Weißer Gasse	89	91			19.3	19.3	19.3	19.3	0.0%	0.0%	0.0%
Anzahl Abschnitte über Grenzwert				0	0	0	0	0			
Abschnittslänge über Grenzwert [m]				0	0	0	0	0			

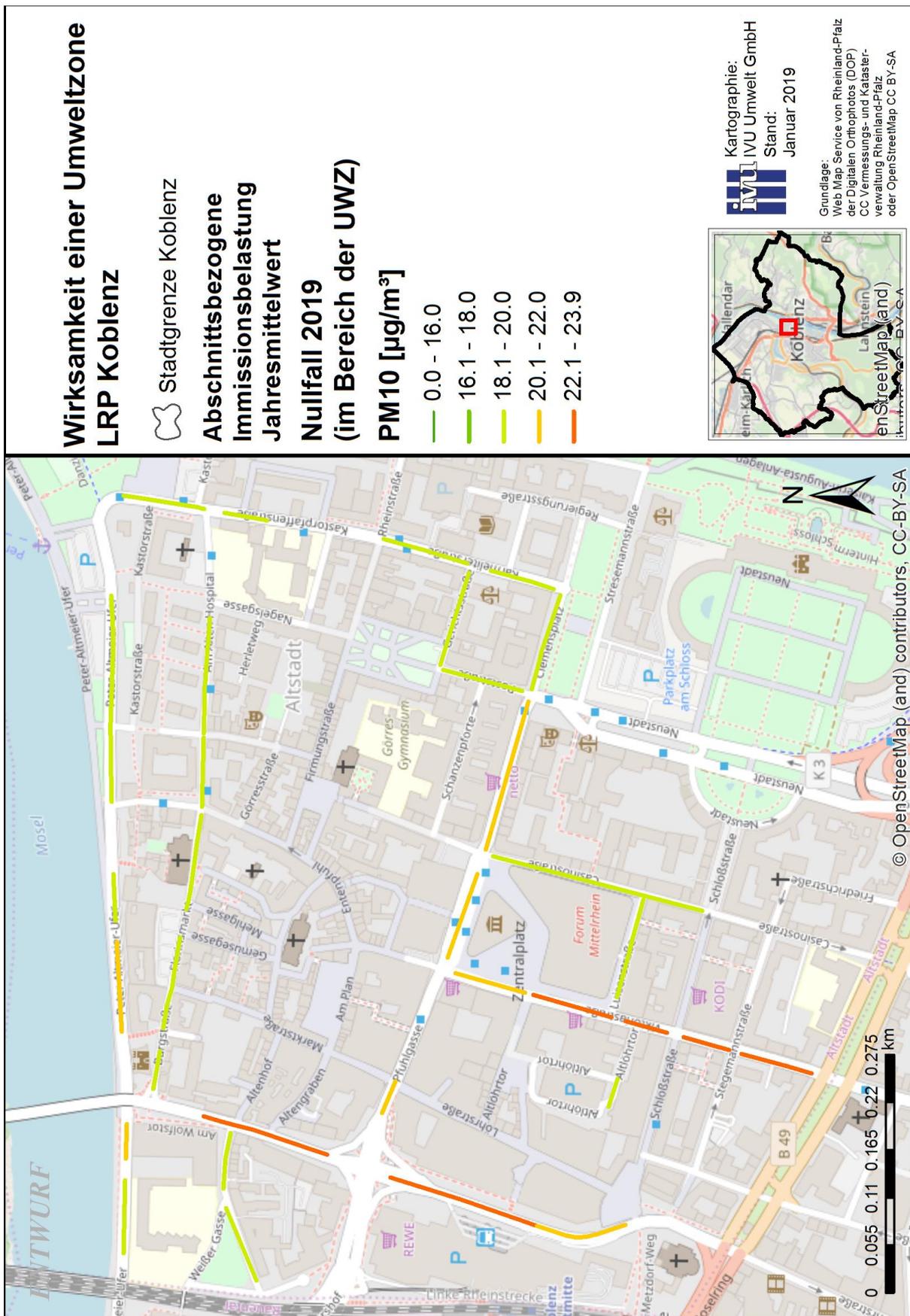


Abbildung 6-23 Modellierter PM10-Immissionsbelastung für den Nullfall 2019 (Bereich der geplanten Umweltzone)

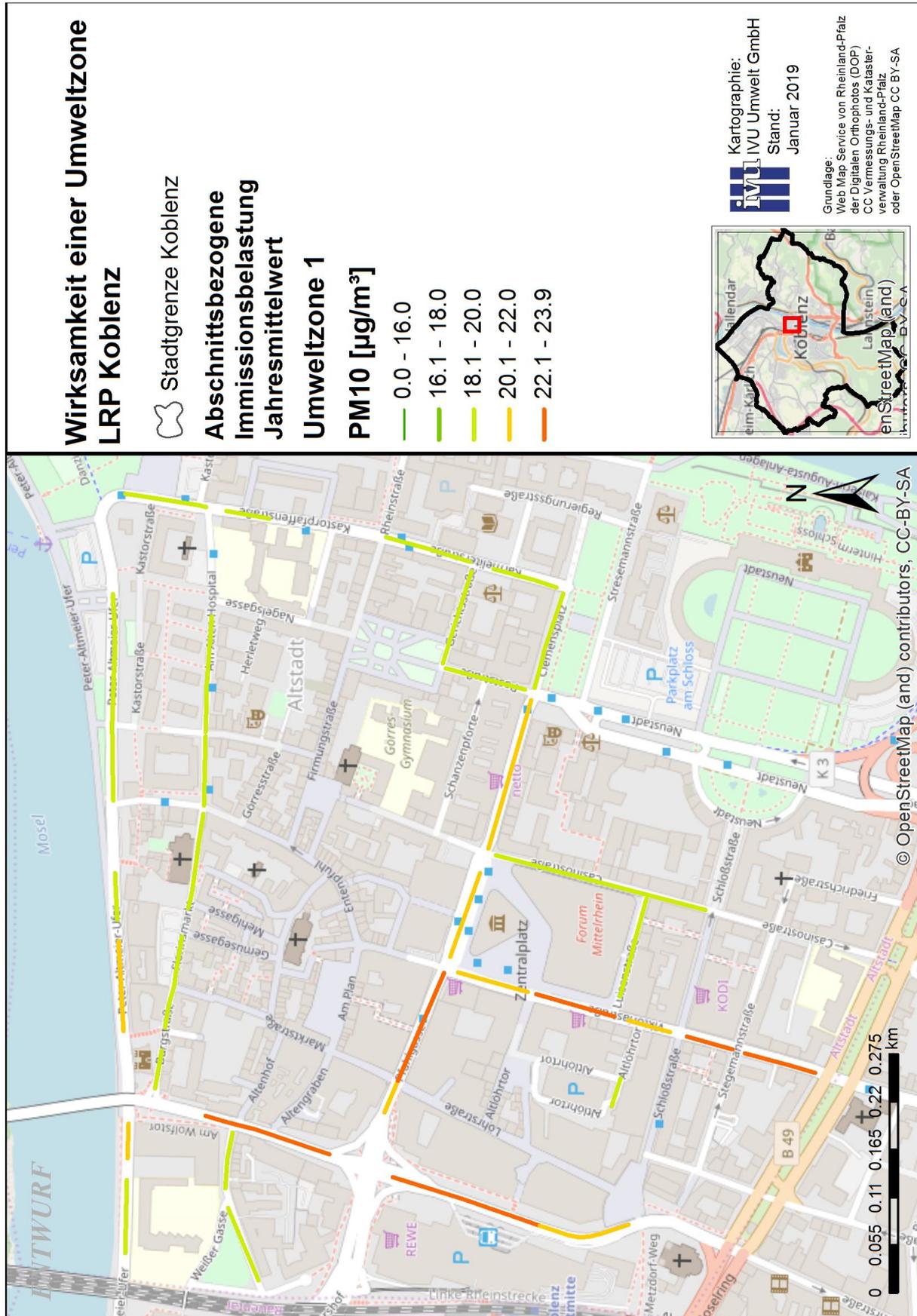


Abbildung 6-24 Modellierter PM10-Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 1“ (Bereich der geplanten Umweltzone)

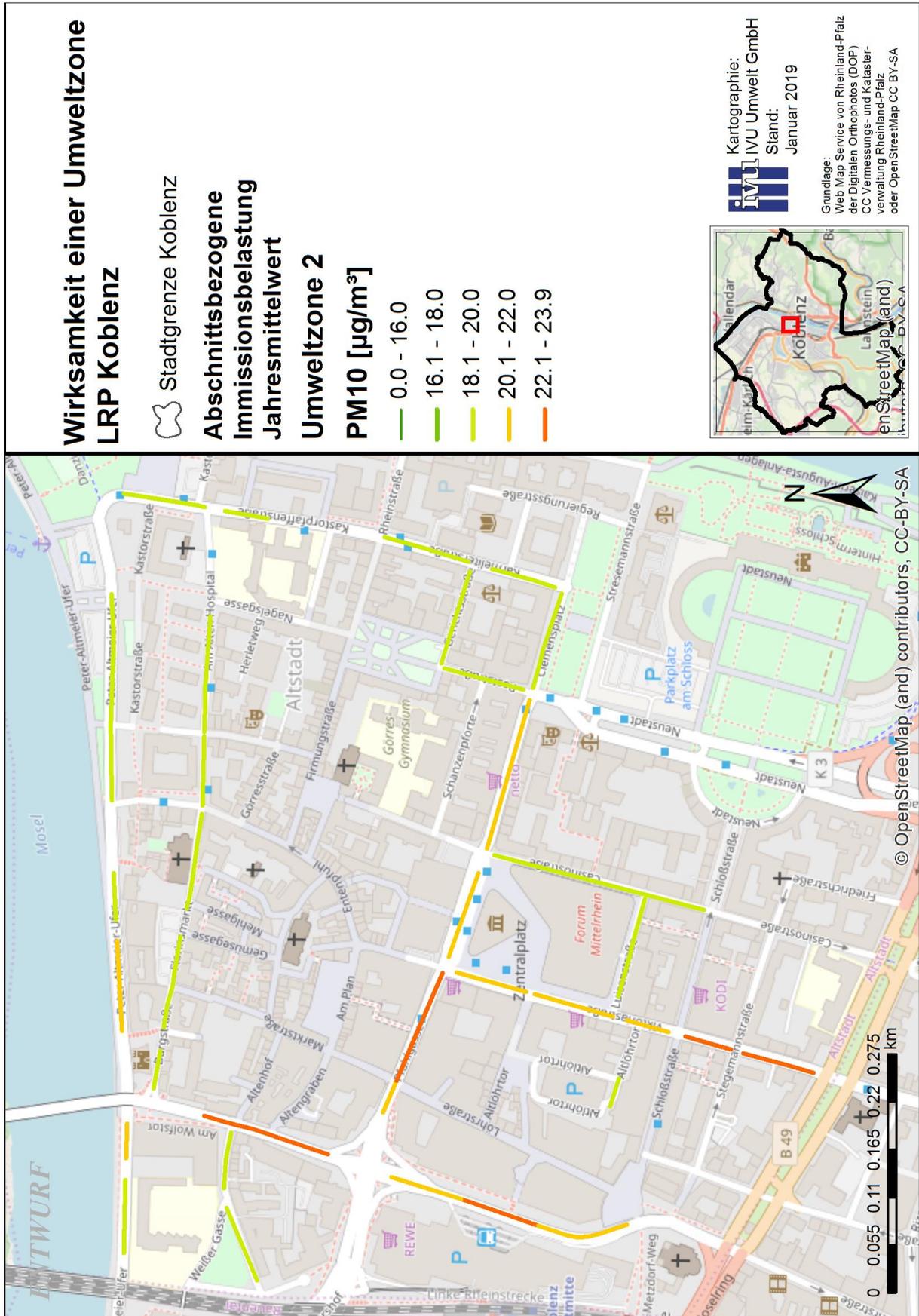


Abbildung 6-25 Modellierter PM10-Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 2“ (Bereich der geplanten Umweltzone)

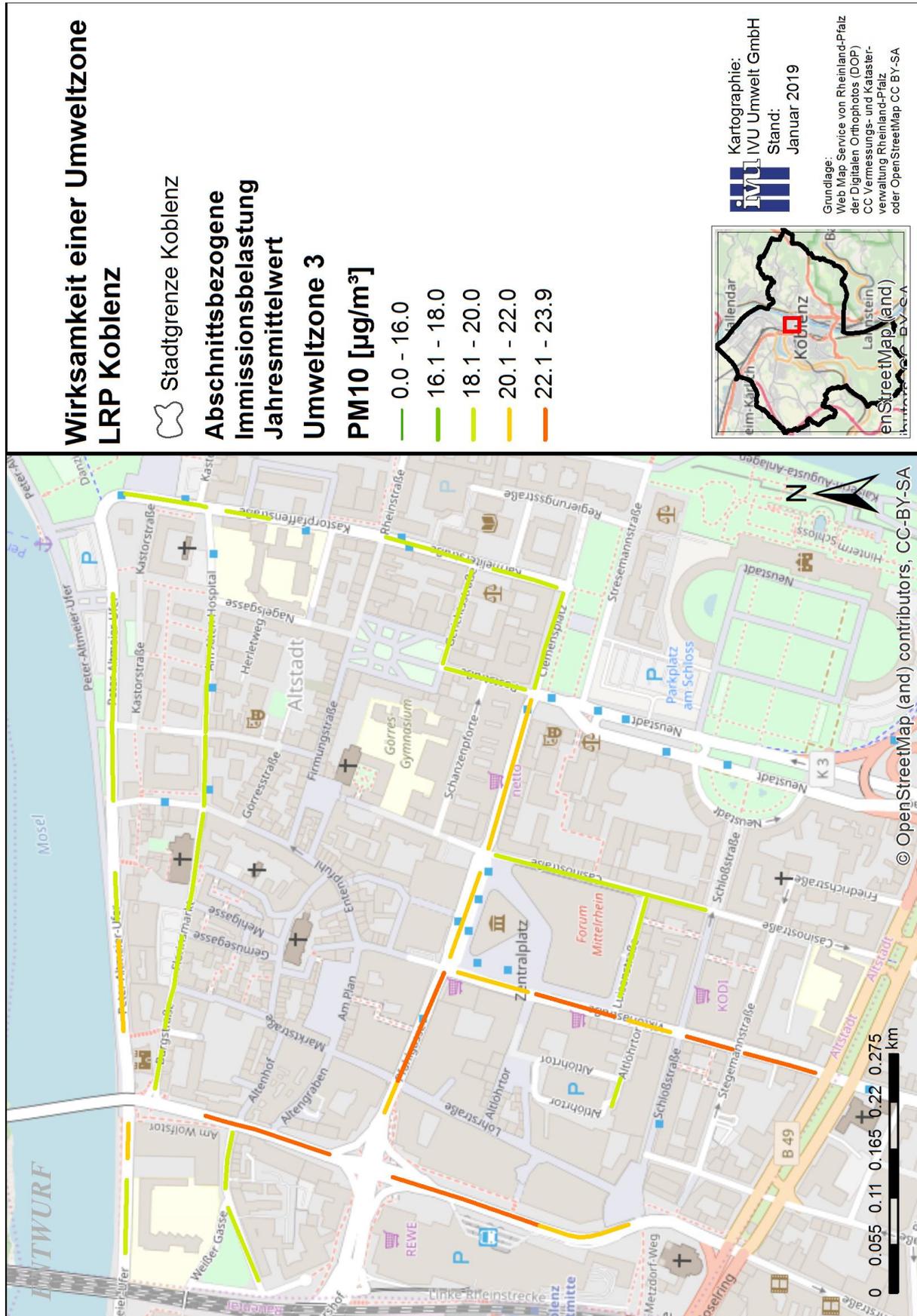


Abbildung 6-26 Modellierter PM10-Immissionsbelastung für den Planfall „Umweltzone 3“ (Bereich der geplanten Umweltzone)

6.3 Fazit

Für den Istzustand 2017 wurde mit dem Screening für 22 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 1'702 m im Bereich der Innenstadt und in den Ortsteilen Lützel, Ehrenbreitstein und Rübenach eine potenzielle Grenzwertüberschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts von 40 µg/m³ ermittelt. Der Abschnitt mit der höchsten modellierten NO₂-Belastung in Höhe von 50.1 µg/m³ liegt in Ehrenbreitstein. Für den Nullfall 2019 wird im Vergleich zum Istzustand 2017 eine Abnahme der NO₂-Jahresmittelwerte durch die vom HBEFA prognostizierte Flottenerneuerung modelliert.

Der Planfall „Umweltzone 1“ (mit dem Einfahrverbot für Fahrzeuge ohne grüne Plakette mit Ausnahme der Linienbusse) zeigt auf Grund des im HBEFA schon für 2019 angenommenen eher geringem Fahrleistungsanteil von Fahrzeugen ohne grüne Plakette nur eine sehr geringe Minderungswirkung auf die modellierten NO₂-Immissionen. Eine höhere Minderungswirkung zeigen die Planfälle, in denen entweder die Ausnahmen der Linienbusse aufgehoben sind (Umweltzone 2) oder die Linienbusflotte mit SCR-Technologie modernisiert wird (Umweltzone 3). Der Planfall „Umweltzone 3“ zeigt dabei eine leicht höhere Minderungswirkung auf die NO₂-Belastungen.

Da die Planfälle auf Grund der getroffenen Annahmen ausschließlich im Bereich der geplanten Umweltzone wirken, wird keine Wirkung auf die modellierten Überschreitungen des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts außerhalb der geplanten Umweltzone prognostiziert.

Sowohl für den Istzustand 2017 wie auch für den Nullfall 2019 wird keine Überschreitung der Grenzwerte für PM₁₀ modelliert. Die untersuchten Planfälle haben nur eine geringe Minderungswirkung auf die PM₁₀-Belastungen, da der große Teil der PM₁₀-Emissionen von den nicht motorbedingten AWAR-Emissionen bestimmt wird, die nur durch eine Abnahme der Fahrleistung beeinflussbar ist.

7 Literatur

39. BImSchV 2016: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV). In der Fassung vom 10.10.2016. BGBl. I S. 2244. 2016.
- BAST, 2013: Aktualisierung des MLuS 02 - Erstellung der RLuS. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Heft V 222. 2013.
- Diegmann, V.; Mahlau, A. 1999: Vergleich von Messungen der Luftschadstoffbelastungen im Straßenraum mit Berechnungen des Screening-Modells IMMISluft. Immissionsschutz Nr. 3, S. 76-83. 1999.
- Düring, I.; Bächlin, W., 2009: Tendenzen der NO₂-Belastung im Land Brandenburg. Auftraggeber: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Unter Mitarbeit von IFEU GmbH, Heidelberg, Planungsbüro Dr. Hunger, Dresden und National Environmental Research Institute (NERI), Roskilde, Dänemark. 2009.
- Hertel, O.; Berkowicz, R.; 1989: Modelling NO₂ concentrations in a street canyon. DMU Luft A-131. National Environmental Research Institute, Division of Emissions and Air pollution, Denmark. 1989.
- INFRAS, 2017: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. HBEFA Version 3.3. INFRAS AG, Bern. Auftraggeber: Umweltbundesamt, Berlin (Deutschland); Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern (Schweiz); Umweltbundesamt, Lebensministerium und Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien (Österreich); Trafikverket (Schweden); ADEME (Frankreich); SFT (Norwegen) und JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission). 2014.
- IVU Umwelt, 2012: IMMIS^{build}. GIS-gestützte Abschnittsbildung für IMMIS^{luft}. IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2012.
- IVU Umwelt, 2017: IMMIS^{em/luft/lärm} - Handbuch zur Version 7. IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2017.
- IVU Umwelt 2018: Begutachtung der Wirkung von fahrzeugtechnischen Umrüstmaßnahmen bei Dieselfahrzeugen auf die Luftqualität hinsichtlich der Stickoxidkonzentration in Berlin und München. Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Veröffentlichung durch den Auftraggeber. 2018.
- KRdL, 2003: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL. Düsseldorf, 2003.
- KRdL, 2013: Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung - Kraftfahrzeugbedingte Immissionen. VDI-Richtlinie 3783 Blatt 14. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL. 2013.
- Lärmkontor, 2013: Lärmkartierung der Stadt Koblenz, Lärmkartierung der 2. Stufe nach EG-Umgebungslärmrichtlinie. 2013.
- Lenschow, P.; Abraham, H. J.; Kutzner, K.; Lutz, M.; Preuss, J. - D.; Reichenbächer, W., 2001: Some ideas about the sources of PM₁₀. Atmospheric Environment 35 Nr. Supplement 1, S. 23-33. 2001.
- LfU (Hrsg.), 2018: Jahresbericht 2017, Zentrales Immissionsmessnetz - ZIMEN. 2018

- LOHMEYER, 2010: Wirkungen einer etwaigen Umweltzone im Bereich Koblenz Altstadt, Screening Kfz-bedingter Schadstoffemissionen und -immissionen im Stadtzentrum, 2010
- LUBW, 2015: Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten. Aktualisiert auf HBEFA 3.2. Leitfaden. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW). Erarbeitet von IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2015.
- OpenStreetMap contributors. (2018) Retrieved from <https://openstreetmap.org>. 2018
- Romberg, E.; Bössinger, R.; Lohmeyer, A.; Ruhnke, R.; Röth, E., 1996: NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 56 Nr. 6, S. 215-218. 1996.
- Wiegand, G.; Diegmann, V., 1994: Modellierung der Immissionsbelastung inerter Schadstoffe in Innenstädten durch den Kfz-Verkehr auf der Basis von Häufigkeitsverteilungen. In: Ossing, F. (Hrsg.): EDV für Verkehrskonzepte in Stadt und Region. Praxis der Umweltinformatik, Band 3. Metropolis Verlag, Marburg, 1994.