Fachgutachten „Modellstadt Reutlingen"

Ergänzung MISKAM-Berechnungen für drei Gebiete

Juli 2017

AVISO
Ingenieurbüro Matthias Rau
Wind . Wasser . Umwelt
ifeu
INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG
brenner BERNARD
ingenieure GmbH

Juli 2017

Fachgutachten „Modellstadt Reutlingen”

Ergänzung MISKAM-Berechnungen für drei Gebiete

(rpt0216rt)

Bearbeitung:

AVISO GmbH
(Federführung, Emissionsmodellierung):
Dr.-Ing. Christiane Schneider
Dr. rer. nat. Nicola Toenges-Schuller

IB Rau
(Immissionsmodellierung):
Dipl.-Ing. Matthias Rau
Fabian Hüftle

brenner BERNARD Ingenieure GmbH
(Verkehrsmodellierung):
Dipl.-Ing. (FH) Claudia Zimmermann
Dipl.-Ing. Ulrich Noßwitz

ifeu Institut für Energie und Umweltforschung
(Machbarkeitsanalyse):
Dipl.-Ing. Fabian Bergk
Dipl.-Ing. Frank Dünnebeil

Aachen, Juli 2017

Im Auftrag des Regierungspräsidiums Tübingen

AVISO GmbH

Am Hasselholz 15
52074 Aachen
Fon: +49 (0) 241 / 470358-0 E-Mail: info@avisogmbh.de
Fax: +49 (0) 241 / 470358-9 http://www.avisogmbh.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis ..... **ii**

1 Ausgangssituation und Untersuchungsauftrag **3**

2 Ausgangspunkt der Screening – sowie der Detailberechnungen **4**

2.1 Screening-Berechnungen *4*

2.2 Detailberechnungen *6*

2.2.1 Randbedingungen für die Berechnungen 6

2.2.2 Bestimmung statistischer Kenngrößen für NO_2 7

3 Diskussion der Ergebnisse **11**

3.1 ZOB *11*

3.2 Gartenstraße *13*

3.3 Lindachstraße *15*

Literatur **17**

Abbildungsverzeichnis

Bild 2.1: Ausschnitt des Katasterplans im Bereich des ZOB mit Umriss des MISKAM-Rechengebietes sowie des MISKAM-Auswertegebietes. 8

Bild 2.2: Ausschnitt des Katasterplans im Bereich der Gartenstraße mit Umriss des MISKAM-Rechengebietes sowie des MISKAM-Auswertegebietes. 9

Bild 2.3: Ausschnitt des Katasterplans im Bereich der Lindachstraße mit Umriss des MISKAM-Rechengebietes sowie des MISKAM-Auswertegebietes. 10

Bild 3.1: NO_2-Jahresmittelwerte; ZOB; Szenario 3 (2020). 12

Bild 3.2: NO2-Jahresmittelwerte; Gartenstraße; Szenario 3 (2020). 14

Bild 3.3: NO2-Jahresmittelwerte; Lindachstraße; Szenario 3 (2020). 16

1 Ausgangssituation und Untersuchungsauftrag

In dem Fachgutachten „Modellstadt Reutlingen“ /AVISO, IBRau, ifeu, brenner Bernard, 2017/ wurden für das Hauptstraßennetz auf Basis eines Screening-Modells für alle untersuchten Maßnahmen und insgesamt drei Maßnahmenkombinationen (Szenarien) die jahresmittleren Immissionskonzentrationen für NO_2 ermittelt. Zusätzlich wurden mit einem Detailmodell in demselben Umfang Berechnungen für den Bereich der Messstelle in der Lederstraße berechnet.

Das RPT präferiert derzeit in seinem Entwurf des Luftreinhalteplans das Szenario 3. Mit diesem Szenario kann der NO_2-Grenzwert für das Jahresmittel im Jahr 2020 nachweislich an der Messstelle in Lederstraße sicher eingehalten werden. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass die den Konzentrationsberechnungen zugrundeliegenden Emissionen noch auf dem HB3.2 basieren, das zum Zeitpunkt der Erstellung des Fachgutachtens aktuell war. Mittlerweile ist das HB3.3 verfügbar, das deutlich höhere NO_X-Emissionen ausweist, was in der Konsequenz auch höhere NO_2-Immissionskontzentrationen zur Folge hat. Diesem Umstand ist bei der Interpretation im Folgenden Rechnung zu tragen.

Die Berechnungen für das Hauptstraßennetz zeigten für das Szenario 3 für einige Streckenabschnitte Überschreitungen des Jahresgrenzwertes für das NO_2-Jahresmittel von 40 µg/m³.

Es handelt sich dabei um die Streckenabschnitte mit der ID 1 und 2 im Bereich des zentralen Busbahnhofs (ZOB), um den Streckenabschnitt mit der ID 687 in der Gartenstraße sowie um zwei Streckenabschnitte in der Lindachstraße mit den IDs 93 und 94. Das RPT beauftragte die ARGE, mit dem Detailmodell MISKAM diese genannten Streckenabschnitte zu untersuchen. Im Folgenden werden nach kurzer Diskussion der wesentlichen Merkmale eines Screening-Modells (Kapitel 2) die Ergebnisse der Detailberechnung in Kapitel 3 vorgestellt, mit den Screening - Ergebnissen verglichen und bewertet.

2 Ausgangspunkt der Screening – sowie der Detailberechnungen

2.1 Screening-Berechnungen

Screening-Modelle werden in aller Regel für größere Straßennetze eingesetzt, um mit beherrschbarem Aufwand ein möglichst flächenabdeckendes Ergebnis zu erhalten. Untersucht werden Streckenabschnitte (durch eine Strecken-ID gekennzeichnet) mit gleichbleibenden Verkehrs- und damit Emissionswerten sowie ähnlicher Bebauungsstruktur oder Straßengeometrie. Für jeden Streckenabschnitt werden eine mittlere Gebäudehöhe, eine mittlere Straßenbreite (Abstand zwischen zwei gegenüberliegenden Gebäudefronten) sowie eine charakteristische „Lückigkeit“ festgelegt. Der Ansatz eines Screening-Verfahrens bringt aufgrund der standardisierten Bebauungsstrukturen eine Vereinfachung mit sich. Da die in dem Screening-Modell bereitgestellten Bebauungsstrukturen die in der Realität gegebenen Bebauungsstrukturen fast nie exakt wiedergeben, handelt es sich bei den mit Screening-Modellen ermittelten Konzentrationen grundsätzlich immer um Abschätzungen. Je genauer dabei die reale Bebauung mit der in dem Screening-Modell gegebenen standardisierten Bebauungsstruktur übereinstimmt, desto besser stimmen die berechneten Werte mit der Realität überein. Dies ist vor allem in innerstädtischen Kernbereichen mit dichter Straßenrandbebauung (Straßenschluchtcharakter) und häufig nur leicht variierenden Gebäudehöhen recht gut gegeben. Da zudem in Straßenschluchten aufgrund des reduzierten Luftaustausches mit der Atmosphäre über Dach mit hohen Immissionsbelastungen zu rechnen ist, kann man davon ausgehen, dass mit den Screening-Modellen für die lufthygienisch kritischen Straßenzüge in dichter bebauten Bereichen verlässliche Aussagen erzielt werden können.

Es obliegt der Erfahrung des Anwenders, die Randbedingungen bzgl. der Bebauung so zu wählen, dass das Ergebnis auf Basis der Screening-Berechnung konservativ ist.

Im Rahmen der Untersuchungen zur Modellstadt Reutlingen wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber für die einzelnen Streckenabschnitte die Bebauungsstrukturen, die den früheren Screening-Untersuchungen /Lohmeyer 2013/ im Rahmen der Luftreinhalteplanung zugrunde gelegt wurden, übernommen. Allerdings wurden neben der Geometrie der einzelnen Streckenabschnitte nicht die Transmissionskoeffizienten, sondern die für die einzelnen Straßenabschnitte des Hauptstraßennetzes in diesem Gutachten ermittelten Immissionsbelastungen und die dazu gehörigen Emissionsmengen zur Verfügung gestellt. Aus diesen Informationen wurden die für die aktuellen Arbeiten benötigten Transmissionskoeffizienten durch ein Reprozessing abgeleitet.

Den Screening-Berechnungen aus dem Jahr 2013 lagen meteorologischen Daten der Jahre 2000 bis 2004 der in der Reutlinger Innenstadt gelegenen LUBW-Station Pomologie zugrunde.

2.2 Detailberechnungen

2.2.1 Randbedingungen für die Berechnungen

Für die Prognostizierung der Immissionsbelastungen für die genannten Straßenabschnitte im Bereich des zentralen Busbahnhofs, der Gartenstraße und der Lindachstraße wurden Immissionsberechnungen mit dem mikroskaligen, prognostischen Strömungsmodell MISKAM durchgeführt. Details zu diesem Modell sind dem Fachgutachten /AVISO, IB Rau, ifeu, brenner Bernard 2017/ zu entnehmen.

Die für die Berechnungen mit MISKAM gewählten drei Untersuchungsgebiete haben in etwa eine Größe von

- 450 m (Ost-West) und 550 m (Nord-Süd) für den ZOB,
- 400 m (Nordost-Südwest) und 500 m (Nordwest-Südost) für die Gartenstraße und
- 550 m (Nordwest-Südost) und 400 m (Südwest-Nordost) für die Lindachstraße.

Die Rechengebiete haben im Bereich der Straßenräume von ZOB, Gartenstraße und Lindachstraße eine horizontale Gitterauflösung von 1,0 m quer zur Straßenachse und in Längsrichtung. In beiden Raumrichtungen nehmen die Maschenweiten bis zum Rand des Rechengebietes kontinuierlich zu. In der Vertikalen beträgt die Gittermaschenweite bis in 2,0 m Höhe 0,4 m. Damit sind die Definition der Kfz-Emissionen in einer mittleren Höhe von 0,6 m und die Ermittlung der Immissionskonzentrationen in der mittleren Standardhöhe von 1,4 m möglich. Bis zum oberen Modellrand, der mit der 4,5-fachen Höhe des höchsten Gebäudes im Modellgebiet festgesetzt wurde, um eine Beeinflussung des Modelloberrandes durch die höchsten Gebäude in den Untersuchungsgebieten weitgehend auszuschließen, erfolgt eine kontinuierliche Spreizung des Gitters. Die für die Modellrechnungen benötigten Gebäudestrukturen, Geländestrukturen und Gebäudehöhen wurden auf der Basis von Katasterplänen und Luftbildaufnahmen und LOD1-Daten ermittelt. Die Rechengebiete (rote Umrandung) und Auswertegebiete (blaue Umrandung) sind in den Bildern Bild 2.1 bis Bild 2.3 dargestellt. Die Rechengebiete umfassen neben den jeweils interessierenden Straßenabschnitten auch die einmündenden bzw. kreuzenden Straßenabschnitte.

Die Kfz-Emissionen wurden im Bereich der zu untersuchenden Straßenabschnitte spurfein, für die anderen Straßen innerhalb der Modellgebiete querschnittsfein als Linienquellen vorgegeben. Die Emissionsfreisetzung erfolgte in einer mittleren Höhe von 0,6 m.

2.2.2 Bestimmung statistischer Kenngrößen für NO_2

Die NO_2-Jahresmittelwerte wurden analog dem Fachgutachten ermittelt. Die gewählte Windstatistik basiert auf den meteorologischen Messdaten der Station Pomologie für das Jahr 2015. Die Hintergrundbelastung basiert auf den Informationen aus der Verursacheranalyse 2013 für die Messstelle Lederstraße. Die zeitliche Entwicklung der Hintergrundbelastung bis zum hier zu betrachtenden Bezugsjahr 2020 sowie die Variation der räumlichen Verteilung der Hintergrundbelastung zwischen Lederstraße und den drei betrachteten Straßenabschnitten wurde auf Basis der in der Studie der IVU Umwelt prognostizierten zeitlichen Entwicklung und der räumlichen Verteilung abgeleitet. Mit den abgeleiteten charakteristischen Werten für die Hintergrundbelastung wurden durch Überlagerung mit den für die einzelnen Strecken berechneten Zusatzbelastungswerten die Jahresmittelwerte für NO_2 der Gesamtbelastung berechnet. Bei der Überlagerung der Hintergrundbelastungswerte mit den Zusatzbelastungswerten muss bei Stickoxiden die NO-NO_2-Konversion berücksichtigt werden. Die chemische Umwandlung von NO_X nach NO_2 ist äußerst komplex und von einer Reihe von Parametern wie z.B. UV-Strahlung, Ozonwert, Temperatur abhängig. Stand der Technik war es bisher, die Umwandlung mittels des empirischen Modells von /Romberg et al, 1996/, welches den NO-NO_2-Umwandlungsgrad als Funktion der NO_X-Gesamtimmission beschreibt, zu bestimmen. Diese empirische Beziehung wurde aus Messdaten Mitte der 1990er Jahre abgeleitet. Neuere Untersuchungen zeigen, dass der Romberg-Ansatz die Immissionskonzentrationen für Werte im Bereich des Grenzwertes befriedigend genau wiedergibt, aber für höhere Werte wegen des in den letzten Jahren immer mehr angestiegenen Anteils der NO_2-Direktemissionen unter den Messwerten liegt. Bei deutlich höheren Konzentrationen werden mit dem Romberg-Ansatz gegenüber Ansätzen mit Berücksichtigung einfacher Ozonchemie niedrigere NO_2-Konzentrationen berechnet. Für die vorliegende Untersuchung wird aus diesem Grund für die Umwandlung der empirische Modellansatz nach /Düring et al., 2011/ herangezogen, der den NO-NO_2-Umwandlungsgrad als Funktion der NO_X-Gesamtimmission und der O_3-Hintergrundkonzentration beschreibt.

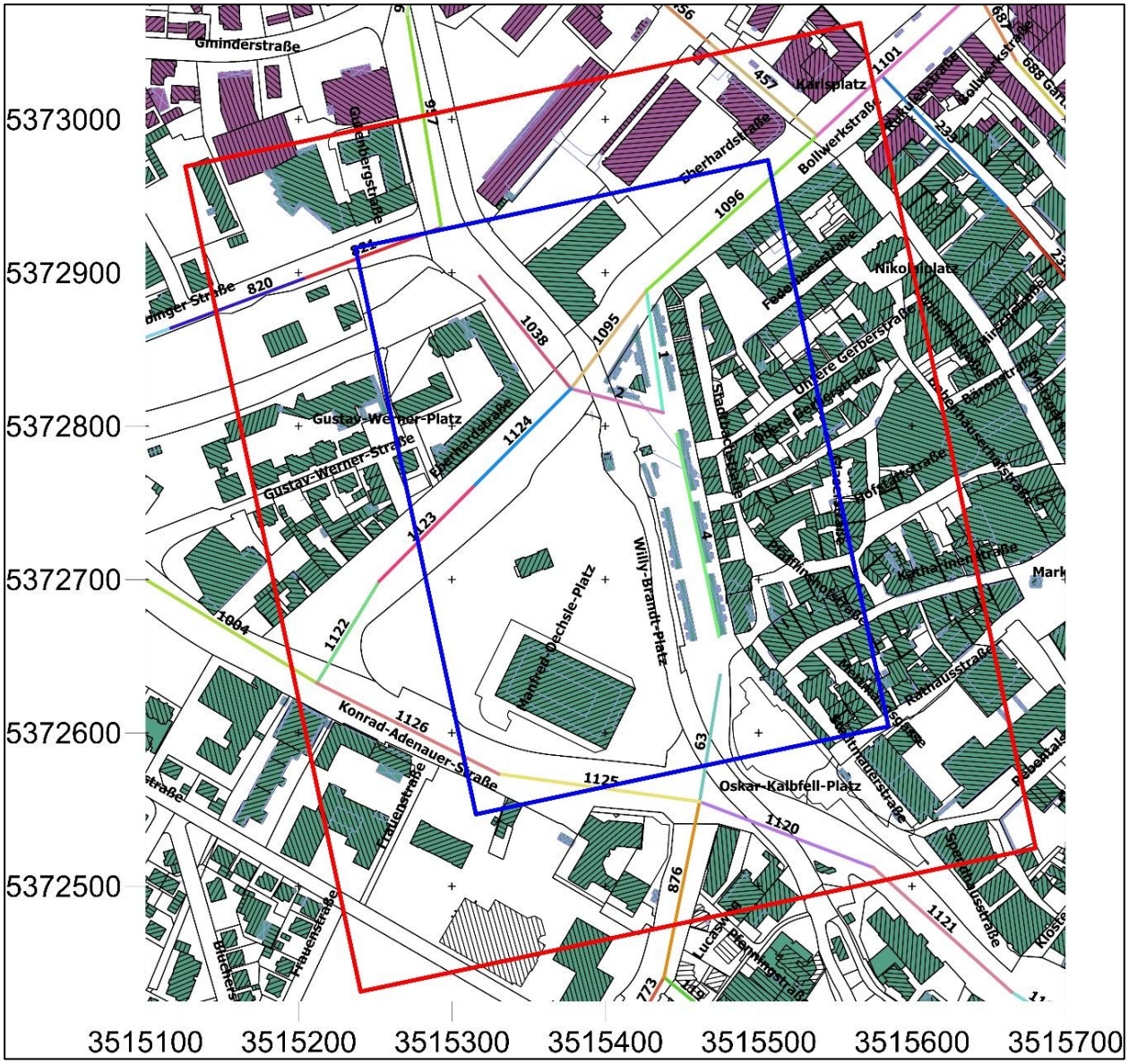

Bild 2.1: Ausschnitt des Katasterplans im Bereich des ZOB mit Umriss des MISKAM-Rechengebietes sowie des MISKAM-Auswertegebietes.

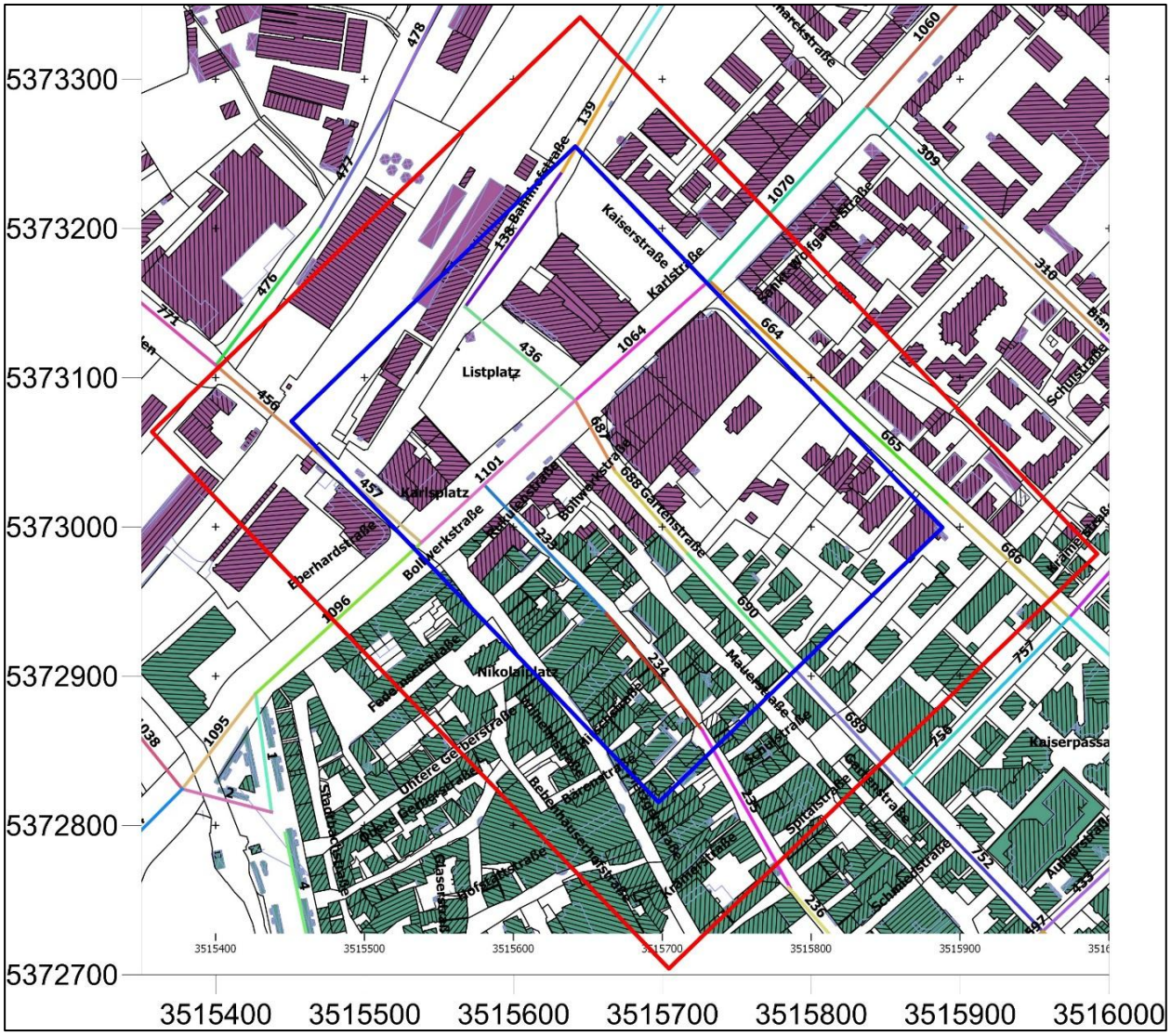

Bild 2.2: Ausschnitt des Katasterplans im Bereich der Gartenstraße mit Umriss des MISKAM-Rechengebietes sowie des MISKAM-Auswertegebietes.

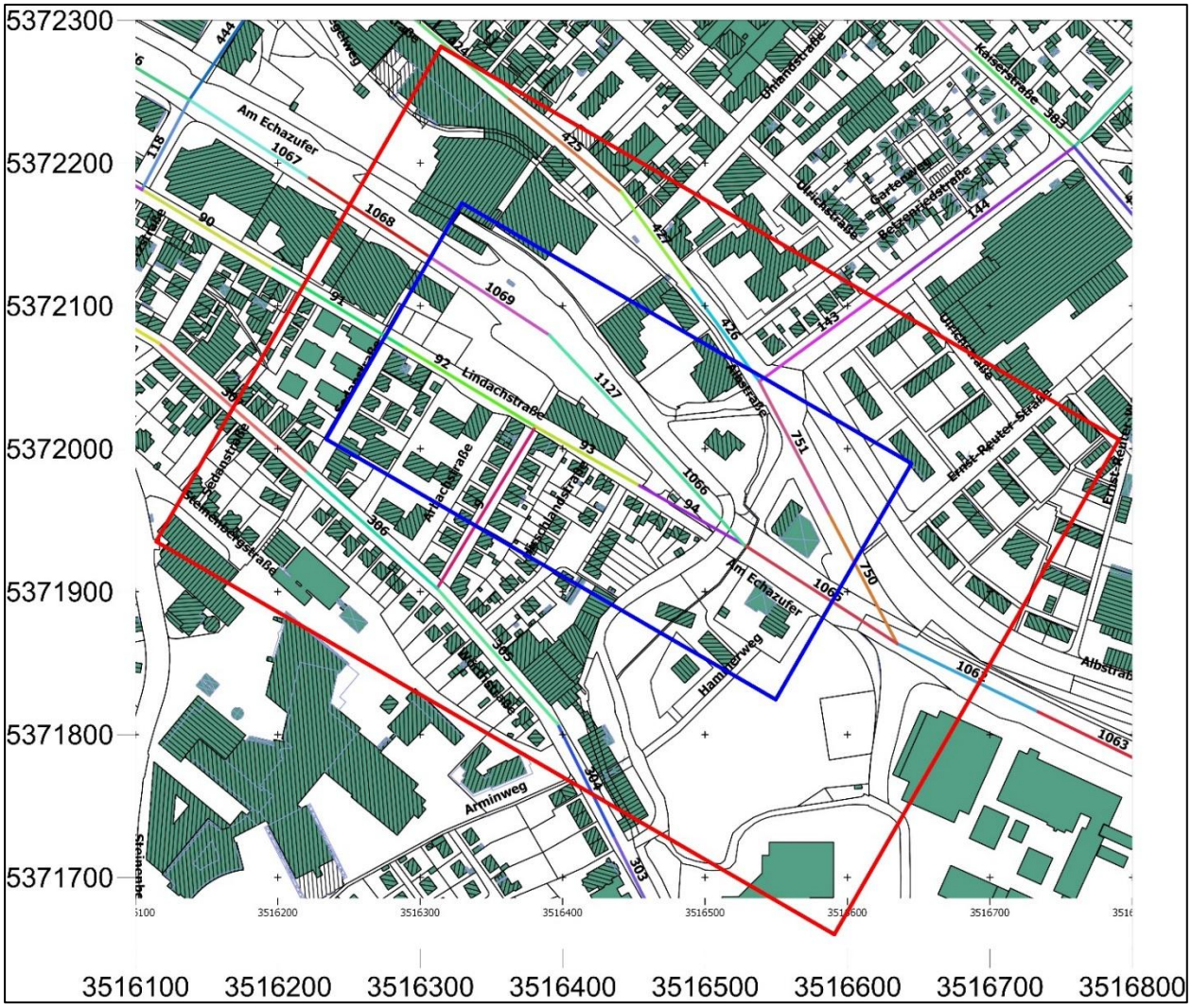

Bild 2.3: Ausschnitt des Katasterplans im Bereich der Lindachstraße mit Umriss des MISKAM-Rechengebietes sowie des MISKAM-Auswertegebietes.

3 Diskussion der Ergebnisse

Die Berechnungsergebnisse mit dem Detailmodell MISKAM sind in den nachfolgenden Bildern (Bild 3.1 bis Bild 3.3) flächendeckend in einer Höhe von 1,4 m über Grund dargestellt. Die Ergebnisse werden im Folgenden diskutiert und den abschätzenden Berechnungen mit dem Screening-Modell gegenübergestellt.

3.1 ZOB

Den IDs 1 und 4 liegt im Screening-Modell der Bebauungstyp „einseitige geschlossene Bebauung“ mit einer Straßenbreite von 20 m zugrunde. Für diesen Bebauungstyp wurden mit dem Screening-Modell für das Szenario 3 ein maximaler NO_2-Jahresmittelwert von 43 µg/m³ (ID 1) bzw. 35 µg/m³ (ID 4) berechnet. In dem Screening-Modell sind die Fahrstreifen und somit die Emission mittig in der Straße definiert. Der Immissionswert wird am Straßenrand, also in etwa 10 m von der Straßenmitte entfernt, angegeben. In Realität ist die Straßenmitte von der östlichen Randbebauung weiter als 10 m entfernt. Der mit dem Screening-Modell ermittelte Wert gibt eher die Immissionskonzentration in Mitte des östlichen Fahrgastunterstandes wieder.

MISKAM (Bild 3.1) berechnet in etwa an dieser Position Immissionskonzentrationen im Jahresmittel zwischen 40 µg/m³ und 41 µg/m³ im Bereich der ID 1 und 36 µg/m³ bis 37 µg/m³ im Bereich der ID 4. Im Bereich der östlichen Randbebauung, also den eigentlich beurteilungsrelevanten Immissionspunkten, liegt der mit MISKAM berechnete Wert maximal bei 36 µg/m³ im Bereich von ID 1 und 33 µg/m³ im Bereich von ID 4.

Das Screening-Modell weist für den Bereich der ID 2 einen Wert von über 50 µg/m³ im Jahresmittel aus. Allerdings ist dieser Streckenabschnitt als Strecke ohne Bebauung definiert. Der Wert wird in diesen Fällen 10 m von der Straßenmitte entfernt ausgegeben. Das ist in etwa kurz vor den Fahrgastunterständen. Da in diesem Bereich kein Immissionsort vorliegt, an dem sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten (Fahrgastunterstand), ist diese ID nicht weiter zu berücksichtigen.

Fazit:

Bei ID 2 handelt es sich um einen Abschnitt, an dem die Forderung an beurteilungsrelevante Immissionsorte (nicht nur vorübergehender Aufenthalt von Personen) nicht erfüllt ist.

Im Bereich der östlichen, einseitigen Bebauung entlang der ID 1 und ID 4 liegen die mit MISKAM berechneten maximalen Immissionskonzentrationen unter den mit dem Screening-Modell abgeschätzten Werten. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die Geometrie bei dem Screening-Modell insgesamt so gewählt wurde, dass das Ergebnis eher konservativ ist. Die detaillierte Berechnung mit MISKAM zeigt, dass an den beurteilungsrelevanten

Streckenabschnitten im Bereich des ZOB der NO_2-Immissionswert bei Szenario 3 eingehalten wird.

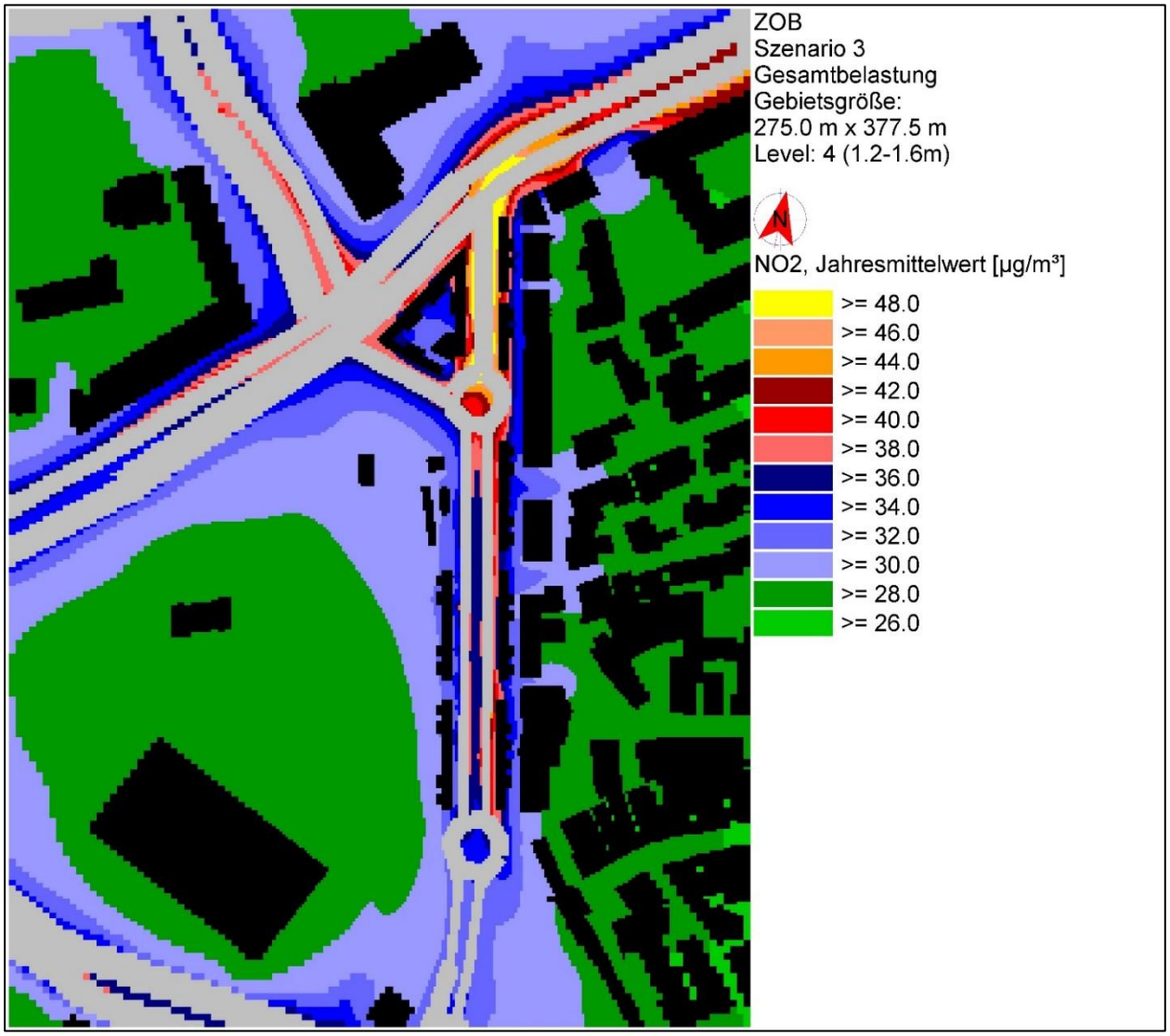

Bild 3.1: NO_2-Jahresmittelwerte; ZOB; Szenario 3 (2020).

3.2 Gartenstraße

Den IDs 687, 688 und 690 in der Gartenstraße vor der Kreuzung mit der Bollwerkstraße liegt im Screening-Modell der Bebauungstyp „beidseitig geschlossene Bebauung“ (ID 687 und 688) mit einer mittleren Straßenbreite von 18 m (ID 687) bzw. 15 m (ID 688) bzw. „beidseitig durchbrochene Bebauung“ mit einer Straßenbreite von 18 m (ID 690) zugrunde. Für diese drei Abschnitte wurde mit dem Screening-Modell für das Szenario 3 ein maximaler NO_2-Jahresmittelwert von 41 µg/m³ (ID 687), 39 µg/m³ (ID 688) und 35 µg/m³ (ID 690) berechnet.

Mit MISKAM (Bild 3.2) wurden im Bereich der Randbebauung maximale Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ (ID 687), 42 µg/m³ (ID 688) und 43 µg/m³ (ID 690) berechnet. Gegenüber dem Screening-Ergebnis ist das ein etwas geringerer Wert für den ersten Abschnitt (ID 687), ein etwas höherer Wert für den Abschnitt ID 688 und ein deutlich höherer Wert für Abschnitt ID 690. Die leichte Verschiebung der Immissionswerte von ID 687 und 688 gegenüber dem Screening-Ergebnis sind auf die genauere Auflösung mit dem Detailmodell zurückzuführen. Der Abschnitt 687 ist deutlich kürzer als die bei Screening-Modellen empfohlene Mindestlänge von 80 bis 100 m. insofern hätten die beiden IDs 687 und 688 eher als ein Screening-Abschnitt betrachtet werden müssen. In jedem Fall bestätigt das Detailmodell für diese beiden Abschnitte insgesamt die durch das Screening-Modell in diesem Bereich ebenfalls ausgewiesene Überschreitung des Immissionswertes.

Bei ID 690 wird mit der Detailberechnung lokal auf der Westseite der Gartenstraße der Grenzwert überschritten. Das Screening-Modell hatte für die ID 690 einen deutlich geringeren Immissionswert prognostiziert. Die diesem Abschnitt dem Screening-Modell zugrundeliegende standardisierte Bebauung, die aus früheren Untersuchungen übernommen wurde, ist nach unserer Einschätzung bzgl. der gewählten Randbebauung und der mittleren Straßenbreite zu positiv. Das MISKAM-Ergebnis ist somit als realistisch einzustufen.

Fazit:

Die Berechnungen mit dem Detailmodell zeigen, dass bei Szenario 3 in der Gartenstraße in Abschnitt ID 687 der Grenzwert lokal gerade erreicht wird, in den Abschnitten 688 und 690 auf der Westseite lokal überschritten wird.

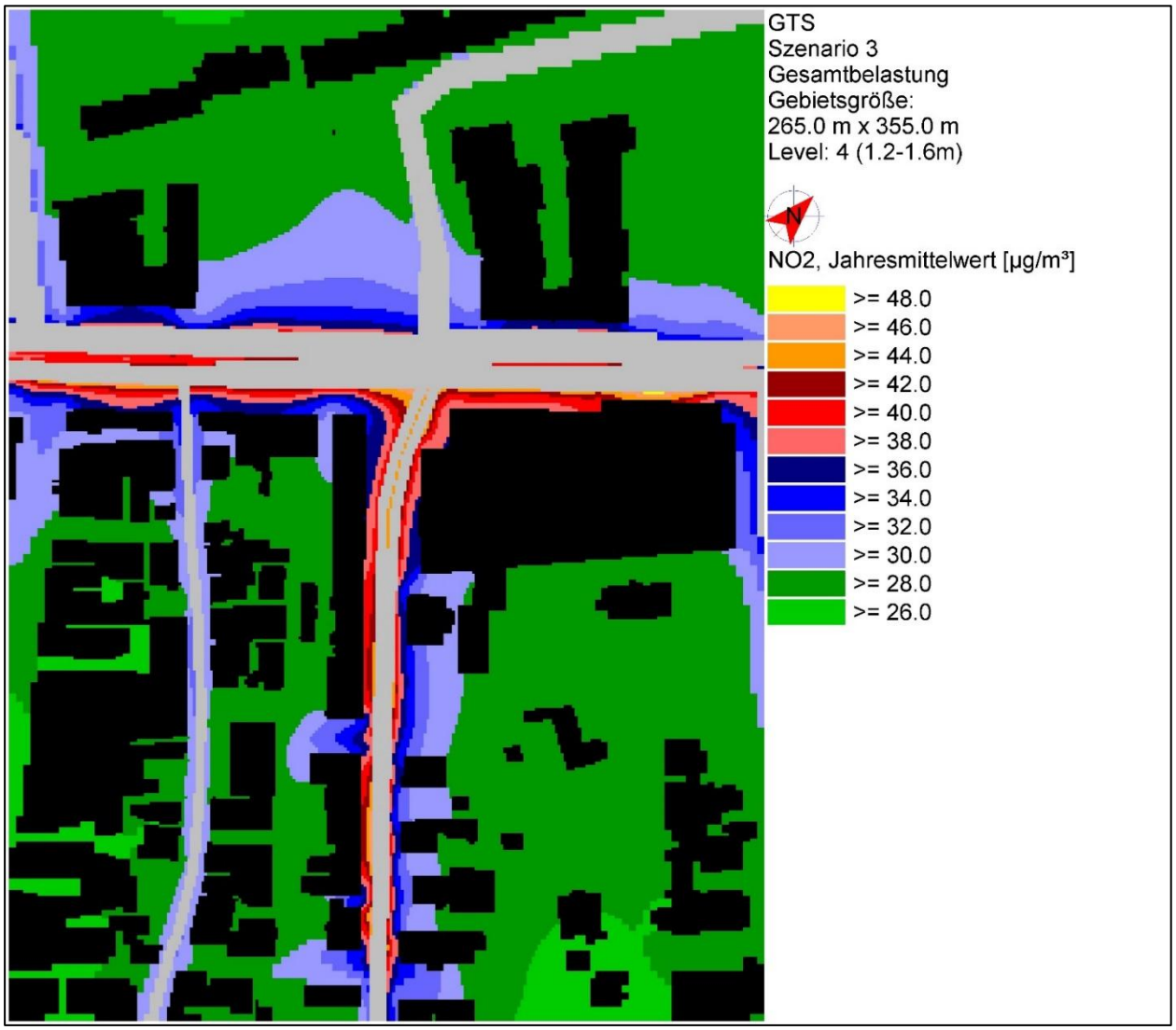

Bild 3.2: NO2-Jahresmittelwerte; Gartenstraße; Szenario 3 (2020).

3.3 Lindachstraße

Bei Szenario 3 (Bild 3.3) wurde für die Abschnitte der Lindachstraße mit den IDs 93 und 94 mit dem Screening-Modell eine Grenzwertüberschreitung abgeschätzt (jeweils 44 µg/m³). Die Detailberechnungen mit MISKAM zeigen für diese Abschnitte deutliche Unterschreitungen des Grenzwertes (27 bzw. 28 µg/m³). Der dem Screening-Modell zugrundeliegende Bebauungstyp wurde damals als beidseitig bebaut mit einer Porosität von 20 bis 60% eingestuft. In diesem Bereich, in dem die Lindachstraße spitzwinklig von der Straße „Am Echazufer“ nach Westen abgeht, ist auf der nördlichen Straßenseite nahezu keine Bebauung gegeben. Insofern ist diese den Screening-Berechnungen zugrundeliegende Bebauungsstruktur als zu konservativ einzustufen Das MISKAM-Ergebnis liefert hier das realistische und belastbare Ergebnis.

Fazit:

Die Berechnungen mit dem Detailmodell zeigen, dass bei Szenario 3 in der Lindachstraße in den Abschnitten ID 93 und 94 der Grenzwert für das NO_2-Jahresmittel sicher eingehalten wird.

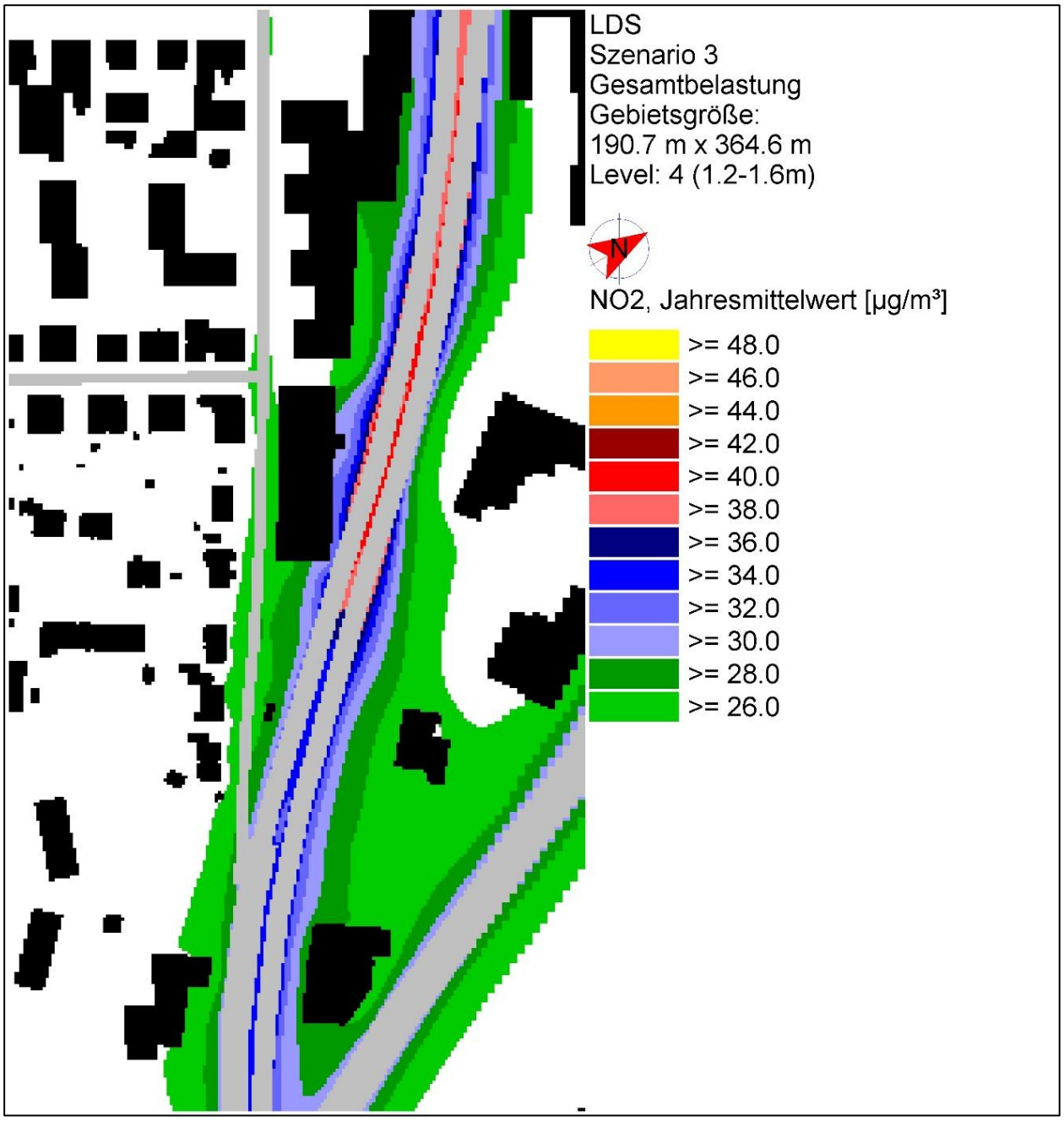

Bild 3.3: NO2-Jahresmittelwerte; Lindachstraße; Szenario 3 (2020).

Literatur

AVISO et al., 2017: Fachgutachten Modellstadt Reutlingen, i.A. des Regierungspräsidiums Tübingen, Bericht Mai 2017

Lohmeyer, 2013: Berechnung der Immissionsauswirkungen von verkehrlichen Maßnahmen für den Luftreinhalteplan Reutlingen“: Auftraggeber: RP Tübingen, 2013

IVU 2014: Flächendeckende Ermittlung der Immissions-Vorbelastung für Baden-Württemberg 2010, Freiburg, 2014

Romberg, et al, 1996: NO-NO_2-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase, Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Nr. 56 Jahrgang 1996, pp.215-218, 1996

Düring et al., 2011: Bächlin, W.; Ketzel, M.; Baum, A.; Friedrich, U.; Wurzler, S., A new simplified NO/NO_2 conversion model under consideration of direct NO_2-emissions, Stuttgart: Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20, No. 1, 067-073 © by Gebrüder Borntraeger 2011 (published online), 2011