

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg

Regierungspräsidium Tübingen

Bundesstraße 32

v. NK 8224 007 n. NK 8325 006 Stat. 2+240 bis NK 8325 006 n. NK 8325 025 Stat. 0+216

## **B 32, Beseitigung des Bahnübergangs in Wangen**

PSP-Element: V.2430.B0032 .A14

# **FESTSTELLUNGSENTWURF**

UNTERLAGE 17.4

**- Luftschadstoffgutachten -**

**(2021)**



Lohmeyer

## **B32, BEISEITIGUNG DES BAHNÜBERGANGS IN DER ORTSDURCHFART WANGEN IM ALLGÄU**

### **LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN AKTUALISIERUNG**

Auftraggeber:

Regierungspräsidium Tübingen  
Referat 44 - Straßenplanung  
Konrad-Adenauer-Straße 20  
72072 Tübingen

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH  
Niederlassung Karlsruhe

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

Dr.-Ing. T. Flassak

Juni 2021  
Projekt 20109-20-01  
Berichtsumfang 66 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>7</b>
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen .....	7
3.2 Berechnungsverfahren PROKAS.....	8
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	10
<b>4 EINGANGSDATEN .....</b>	<b>12</b>
4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	12
4.2 Verkehrsdaten .....	14
4.3 Meteorologische Daten .....	18
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung .....	19
<b>5 EMISSIONEN .....</b>	<b>25</b>
5.1 Betrachtete Schadstoffe .....	25
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	25
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	31
<b>6 ERGEBNISSE .....</b>	<b>33</b>
6.1 NO <sub>2</sub> -Immissionen.....	33
6.2 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>10</sub> ).....	38
6.3 Feinstaub-Immissionen (PM <sub>2.5</sub> ).....	42
<b>7 QUELLEN .....</b>	<b>45</b>
7.1 Literatur .....	45
7.2 Materialien und Unterlagen .....	49
<b>A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....</b>	<b>51</b>

---

<b>A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION .....</b>	<b>55</b>
<b>A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE .....</b>	<b>61</b>

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

## ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

### **Emission / Immission**

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

### **Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung**

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

### **Grenzwerte / Vorsorgewerte**

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

### **Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)**

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

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

### **Verkehrssituation**

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

### **Feinstaub / PM10 / PM2.5**

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

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

In Wangen im Allgäu ist die Beseitigung des Bahnübergangs an der Ortsdurchfahrt im Zuge der B 32 geplant. Im Zuge der Beseitigung ist ein höhenfreier Umbau der Kreuzung mittels eines Unterführungsbauwerks an der B 32 zur Unterquerung der Gleisanlagen geplant.

Für diese Planungen wurde ein Gutachten über die Auswirkungen der Planungen auf die Luftschadstoffbelastungen vorgelegt (Lohmeyer, 2019). Betrachtet wurden die Schadstoffe NO<sub>2</sub>, PM10 und PM2.5 für den Prognosefall und drei Planvarianten für das Bezugsjahr 2024, das zum damaligen Zeitpunkt frühestmögliche Jahr der Inbetriebnahme. Die Beurteilung erfolgte nach der 39. BImSchV. Die Emissionsberechnung erfolgte auf Grundlage der aktuellen Version des Handbuchs für Emissionsfaktoren HBEFA3.3.

Zwischenzeitlich liegt die Emissionsdatenbank des HBEFA in Version 4.1 vor (UBA, 2019). In diesem Zusammenhang sind auf Grundlage des o. g. Gutachtens aktualisierte Aussagen zu den planungsbedingten Auswirkungen auf die Luftschadstoffbelastung zu erstellen.

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf den bestehenden Straßen mit dem Straßennetzmodell PROKAS betrachtet. Auf Grundlage der übergebenen Verkehrsbelegungsdaten für das Prognosejahr 2030 wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsfaktoren (HBEFA4.1, Stand 2019) für das Bezugsjahr 2028 die Emissionen auf allen Straßenabschnitten berechnet; 2028 wird derzeit als das frühestmögliche Jahr der Fertigstellung wesentlicher Teile der Planungen genannt.

Die Immissionsberechnungen erfolgten mit dem Straßennetzmodell PROKAS unter Einbeziehung der lokalen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik, der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen sowie der aus den Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung. Die Beurteilung der Luftschadstoffimmissionen erfolgt im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

### Ergebnisse

Für die Beurteilung der Immissionen ist maßgebend, ob die berechneten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte der 39. BImSchV im Bereich sensibler Nutzungen, wie Wohnbebauung, führen. Die flächenhaften Ergebnisse der Immissionsberechnungen für die

Siedlungsbereiche zeigen, dass die relativ höchsten Immissionen nur im direkten Nahbereich der betrachteten Bundes- und Ortsstraßen auftreten.

Im zentralen Siedlungsbereich von Wangen im Allgäu sind im Prognosenullfall an der zum Bahnübergang nächstgelegenen Wohnbebauung an der B 32 NO<sub>2</sub>-Immissionen vereinzelt bis 34 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Südlich des Bahnübergangs sind im weiteren Verlauf der B 32 an der Bebauung im Kreuzungsbereich mit der Leutkircher Straße vereinzelt NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Jahresmittelwerten ebenfalls bis 34 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der übrigen straßennahen Wohnbebauung der B 32 ist die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung geringer und vereinzelt bis 28 µg/m<sup>3</sup> berechnet, so auch an Wohnbebauung, die an andere Straßen im Untersuchungsgebiet angrenzt. An Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet, die nicht direkt an Straßen angrenzt, sind geringere Jahresmittelwerte bis 20 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet.

Im Planfall sind auf Höhe der Bahnstrecke sowie nördlich der Bahnstrecke durch die Verbesserungen des Verkehrsablaufes an zur B 32 angrenzender Wohnbebauung gegenüber zum Prognosenullfall geringere NO<sub>2</sub>-Immissionen ermittelt, die an der zum Unterführungsbauwerk nächstgelegenen Wohnbebauung Jahresmittelwerte bis 28 µg/m<sup>3</sup> aufweisen. Südlich der Unterführung sind aufgrund von Verkehrszunahmen entlang der B 32 gewisse Zunahmen der NO<sub>2</sub>-Immissionen abgeleitet, die an der Bebauung im Kreuzungsbereich mit der Leutkircher Straße vereinzelt zu Jahresmittelwerten bis 36 µg/m<sup>3</sup> führen. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind die ermittelten NO<sub>2</sub>-Immissionen zum Prognosenullfall vergleichbar.

Damit wird der geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte in beiden Untersuchungsfällen an der Wohnbebauung im Bereich der B 32 nicht erreicht und nicht überschritten. Vereinzelt wird an Wohnbebauung, die an die B 32 angrenzt, der NO<sub>2</sub>-Richtwert für Luftqualität in Kurorten für das Verkehrszentrum von 32 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel in beiden Untersuchungsfällen erreicht und überschritten, überwiegend wird jedoch dieser Richtwert an der Randbebauung der Straßen im Untersuchungsgebiet eingehalten. Der NO<sub>2</sub>-Richtwert für Luftqualität in Kurorten für das Ortszentrum von 24 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel wird an Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet, die nicht direkt an Straßen angrenzen, eingehalten.

Die berechneten Feinstaubimmissionen sind für PM<sub>10</sub> in beiden Untersuchungsfällen an der zur B 32 nächstgelegenen Wohnbebauung im Kreuzungsbereich mit der Leutkircher Straße vereinzelt bis 28 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Überwiegend sind an der Wohnbebauung im Untersu-



chungsgebiet jedoch geringere PM10-Immissionen über  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt im Prognosenullfall bis  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Planfall vereinzelt bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert.

Damit wird sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall der derzeit geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich nicht erreicht und nicht überschritten und vereinzelt der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung von  $29 \mu\text{g}/\text{m}^2$  an beurteilungsrelevanter Wohnbebauung knapp nicht erreicht und nicht überschritten. Der derzeit geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird ebenfalls deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Der PM2.5-Richtwert für Luftqualität in Kurorten von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird ebenfalls deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Die geplante Beseitigung des Bahnübergangs und Unterführungsbauwerk an der B 32 ist südlich der Bahnstrecke mit einer gewissen Verkehrszunahme an der B 32 verbunden. Dies führt an der Wohnbebauung im Kreuzungsbereich B 32/Leutkircher Straße, die bereits im Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen durch hohe  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte bis  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gekennzeichnet ist, zu einer Zunahme der  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte vereinzelt bis  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . An der zum derzeit bestehenden Bahnübergang nächstgelegenen Wohnbebauung sowie an Bebauung im übrigen Untersuchgebiet führen die Planungen überwiegend zu Abnahmen der Luftschadstoffbelastung. Die nach der 39. BImSchV derzeit geltenden Grenzwerte für  $\text{NO}_2$ -, PM10- und PM2.5-Jahresmittelwerte werden nicht erreicht und nicht überschritten. An den Messstandorten für die Prädikatisierung des Luftkurortes werden mit der Planung keine Änderungen der Immissionen bewirkt und die entsprechenden Beurteilungswerte eingehalten. Aus lufthygienischer Sicht ist die Verkehrsverflüssigung im Zuge der Beseitigung des Bahnübergangs und die damit verbundene verminderte Schadstofffreisetzung zu begrüßen.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

In Wangen im Allgäu ist die Beseitigung des Bahnübergangs an der Ortsdurchfahrt im Zuge der B 32 geplant. Im Zuge der Beseitigung ist ein höhenfreier Umbau der Kreuzung mittels eines Unterführungsbauwerks an der B 32 zur Unterquerung der Gleisanlagen geplant.

Für diese Planungen wurde durch das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG im Jahr 2019 ein Luftschadstoffgutachten erstellt (Lohmeyer, 2019). Betrachtet wurden die Auswirkungen der Planungen auf die verkehrsbedingten Luftschadstoffe NO<sub>2</sub> und Feinstaub (PM10 und PM2.5) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung im Bezugsjahr 2023, das zum damaligen Zeitpunkt frühestmögliche Jahr der Inbetriebnahme. Die Emissionsberechnung erfolgte auf Grundlage des für das Jahr 2030 prognostizierten Verkehrsaufkommens unter Anwendung der zum damaligen Zeitpunkt aktuellen Version 3.3 des Handbuchs für Emissionsfaktoren HBEFA (UBA, 2017). Die Beurteilung erfolgte nach der 39. BImSchV.

Zwischenzeitlich liegt die Emissionsdatenbank des HBEFA in Version 4.1 vor (UBA, 2019). In diesem Zusammenhang sind auf Grundlage des o. g. Gutachtens aktualisierte Aussagen zu den planungsbedingten Auswirkungen auf die Luftschadstoffbelastung zu erstellen.

### 3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, wie die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung verändern. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, zum Beispiel Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt sind, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v. a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO<sub>2</sub> und PM10 die 22. BImSchV ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus in Form einer Schadstoffleitkomponentenbetrachtung auf die v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10 und PM2.5). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich und wird hier nicht durchgeführt.

#### 3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen

In **Tab 3.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Anhang A1 erläuterten Beurteilungswerte für die relevanten Autoabgaskomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

Für Kurorte werden in den Begriffsbestimmungen / Qualitätsstandards für Heilbäder und Kurorte, Luftkurorte, Erholungsorte - einschließlich der Prädikatisierungsvoraussetzungen - sowie für Heilbrunnen und Heilquellen (DHV & DTV, 2017) besondere Anforderungen gestellt. Demnach dürfen die in der 39. BImSchV gesetzlich festgelegten Langzeitgrenzwerte zum Schutz der Allgemeinbevölkerung vor Gesundheitsgefahren in der Regel in allen Berei-

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO <sub>2</sub>	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	
PM2.5	Richtgrenzwert ab 2020	20	

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010) und EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008)

chen eines Kurortes zu weniger als 60% ausgeschöpft werden (Vorsorgewert; DHV & DTV, 2017). Des Weiteren sind für NO<sub>2</sub> und PM2.5-Feinstaub nutzungsabhängige Richtwerte für die Luftqualität in Kurorten aufgeführt, die z. T. auch in der VDI-Richtlinie „Umweltmeteorologie - Human-biometeorologische Anforderungen im Bereich Erholung, Prävention, Heilung und Rehabilitation“ (VDI 3787 Blatt 10, 2010) genannt werden. Für Heilbäder und Kurorte sowie in Seebädern ohne kurmedizinischen Hintergrund und Luftkurorten werden normale Anforderungen an die Luftbeschaffenheit gestellt (**Tab 3.2**), wobei zwischen dem Kurgebiet (KG), dem Ortszentrum (OZ) sowie dem Verkehrszentrum (VZ) unterschieden wird.

	Kurgebiet (KG)	Ortszentrum (OZ)	Verkehrszentrum (VZ)
NO <sub>2</sub>	20	24	32
PM2.5	-	-	20

Tab. 3.2: Richtwerte (Jahresmittelwerte) für Kurorte – Angaben jeweils in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (DHV & DTV, 2017)

### 3.2 Berechnungsverfahren PROKAS

Die Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2012) werden für solche Betrachtungen als einfach anwendbares Verfahren bevorzugt. Im Untersuchungsgebiet befindet sich der geplante Abschnitt der B 32 im Siedlungsbereich von Wangen im Allgäu und weist innerörtliche Geschwindigkeitsbegrenzungen von 50 km/h sowie Kreuzungsbereiche auf. In diesen Bereichen des zu betrachtenden Gebietes wird der Anwendungsbereich der RLuS 2012 überschritten. Damit ist dort RLuS 2012 nicht einsetzbar und es ist nicht sichergestellt, dass Betrachtungen mit RLuS „auf der sicheren Seite“ liegen. Für das gesamte Betrachtungsgebiet wird daher das Straßennetzmodell PROKAS (Beschreibung: [www.lohmeyer.de/PROKAS](http://www.lohmeyer.de/PROKAS)) unter Berücksichtigung von lokal re-

präsentativen Windverhältnissen angewendet; mit diesem Verfahren können Straßennetze mit Brückenlagen sowie in typisierter Form Randbebauung und Lärmschutzbauten berücksichtigt werden.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen für das Prognosejahr 2030 werden für das Bezugsjahr 2028 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) bestimmt. Im HBEFA4.1 sind auch nicht motorbedingte Emissionsfaktoren für Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung enthalten. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachteten Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Längsneigungseinflüssen berechnet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht dem Stand der Technik. Sie basiert auf der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik) und der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 4.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

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

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO<sub>2</sub> (NO-NO<sub>2</sub>-Konversion) erfolgt für die Jahresmittelwerte mit einem vereinfachten Chemiemodell nach Düring et al. (2011).

### 3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO<sub>2</sub> einen Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup>, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz, basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012), kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der Jahresmittelwert 54 µg/m<sup>3</sup> (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von 50 µg/m<sup>3</sup> wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m<sup>3</sup> und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. 40 µg/m<sup>3</sup> einen nahezu identischen Verlauf wie der o. g. „best fit“ nach BAST (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von 31 µg/m<sup>3</sup> erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BAST (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab 29 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

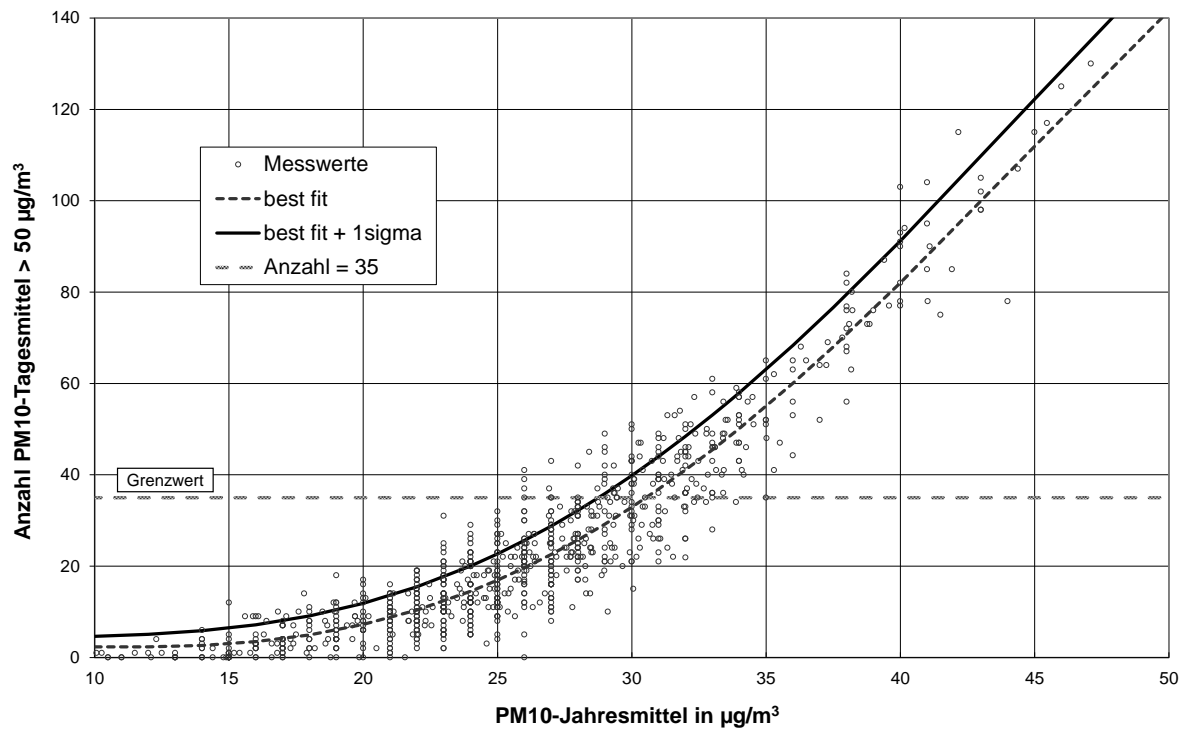


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittel > 50 µg/m³ in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BAST, 2005)

## 4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung.

Für das Untersuchungsgebiet wurden die im Abschnitt 7.2 aufgeführten, durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Unterlagen herangezogen. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Verkehrsdaten, meteorologischen Daten und Schadstoffhintergrundbelastung werden in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 erläutert.

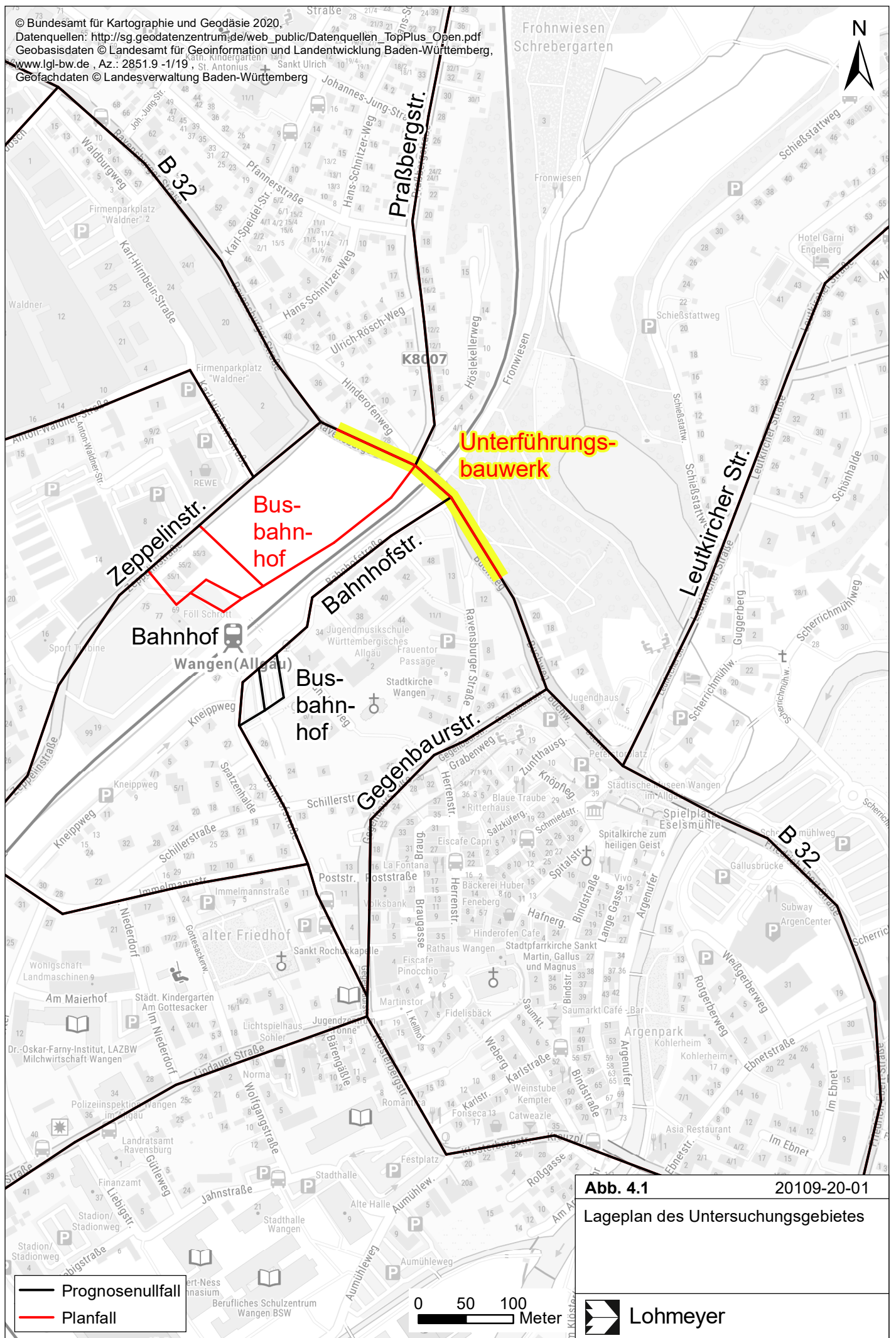
### 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das in **Abb. 4.1** dargestellte Untersuchungsgebiet umfasst den zentralen Siedlungsbereich von Wangen im Allgäu und ist im Südosten von Baden-Württemberg in überwiegend ebenem Gelände gelegen.

Die Ortsdurchfahrt (OD) mit der Bundesstraße B 32 verläuft in Nordwest-Südost-Richtung durch das Untersuchungsgebiet und quert derzeit höhengleich mittels eines beschränkten Bahnübergangs die in Südwest-Nordost-Richtung verlaufende Bahnstrecke Kißlegg-Hergatz. Mit dem Betrieb der Bahnstrecke sind regelmäßige, zusätzliche Einschränkungen des Kfz-Verkehrsablaufes verbunden, bedingt durch die Schrankenschließungen. Westlich des Bahnübergangs schließt der Bahnhof Wangen (Allgäu) an. Auf der Südseite der Gleisanlagen an der parallel verlaufenden Bahnhofstraße ist der Busbahnhof Wangen mit parallel angeordneten Bussteigen gelegen, der neben ÖPNV-Buslinien auch von Fernbuslinien als Haltestelle genutzt wird; derzeit ist der Busbahnhof über die Bahnhofstraße an die B 32 angebunden.

Die Planungen umfassen einen höhenfreien Umbau der Kreuzung B 32/Bahnstrecke Kißlegg-Hergatz mittels eines Unterführungsbauwerkes an der B 32. Damit verbunden sind keine weiteren, zusätzlichen Einschränkungen des Kfz-Verkehrsablaufes durch den Bahnbetrieb. Im Zuge des Umbaus ist anstelle des Knotenpunktes B 32/Praßbergstraße eine Überführung der Praßbergstraße über die B 32 mit anschließender parallel zu den Gleisanlagen verlaufender Verlängerung der Praßbergstraße geplant, die im weiteren Verlauf auf Höhe des Bahnhofs Richtung Nordwesten schwenkt und an die bestehende Zeppelinstraße ange-





**Abb. 4.1** 20109-20-01  
 Lageplan des Untersuchungsgebietes

— Prognosenußfall  
 — Planfall

0 50 100  
 Meter

 Lohmeyer

geschlossen wird. Weiter sind im Zuge des Unterführungsbauwerkes Anpassungen der Straßenlängsneigungen an den beplanten Straßenabschnitten vorgesehen. Weiter ist die Aufgabe der Verknüpfung der Bahnhofstraße mit der B 32 geplant. Im Rahmen des Bebauungsplans „Zeppelinstraße“ ist die Verlegung des Busbahnhofes auf die Nordseite der Gleisanlagen im Bereich der Verlängerung der Praßbergstraße geplant; dabei wird der Busbahnhof über die Zeppelinstraße an die B 32 angebunden.

Folgende Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Prognosenullfall:** Bestehendes Straßennetz im Untersuchungsgebiet mit Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030
- **Planfall:** Bestehendes Straßennetz unter Berücksichtigung der Beseitigung des Bahnübergangs in der OD B 32 Wangen im Allgäu sowie der Verlegung des Busbahnhofes im Zuge des B-Plans „Zeppelinstraße“ und den damit verbundenen Verkehrsänderungen für das Prognosejahr 2030

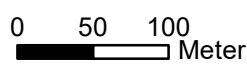
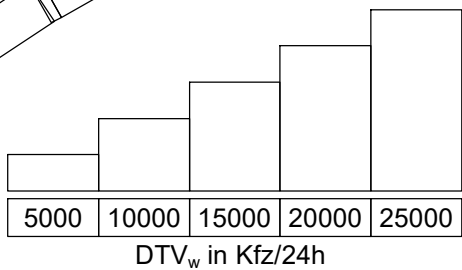
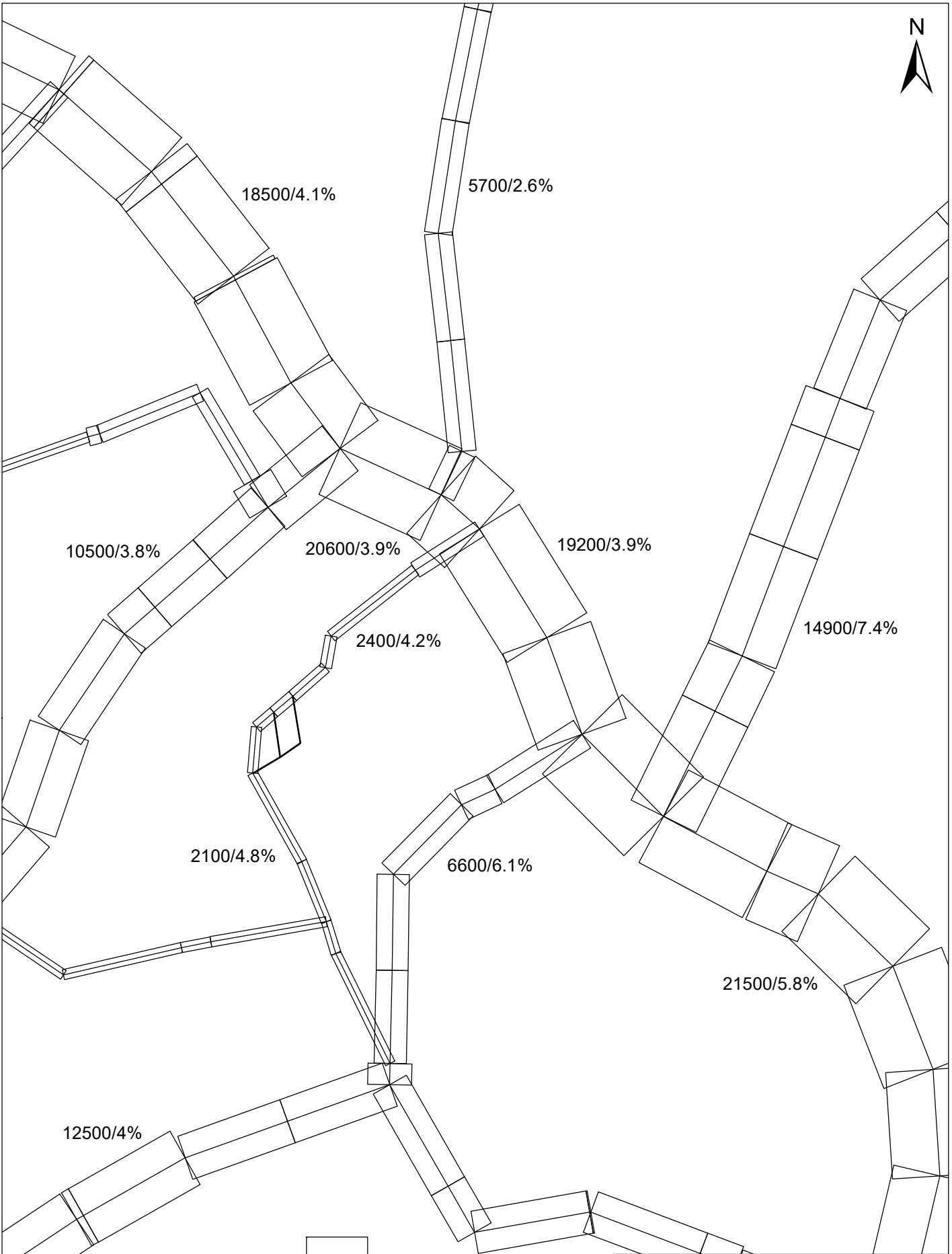
Straßenrandbebauung im Untersuchungsgebiet wird in den Ausbreitungsrechnungen typisiert berücksichtigt.

## 4.2 Verkehrsdaten


Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit der Verkehrsuntersuchung zur „B 32, Bahnübergangsbeseitigung“ (BERNARD, 2017) für das Prognosejahr 2030 zur Verfügung gestellt.

Die Untersuchungsunterlagen umfassen für den Prognosenullfall und für den Planfall Angaben zu durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken ( $DTV_w$ ) in Form der Verkehrsbelastung des Gesamtverkehrs (Kfz/24h) sowie Angaben zu den durchschnittlichen werktäglichen LKW-Verkehrsstärken ( $SV_w$ ) in Form der Verkehrsbelastung des Schwerverkehrs (LKW/24h).

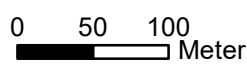
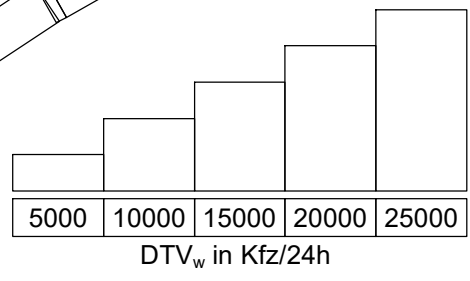
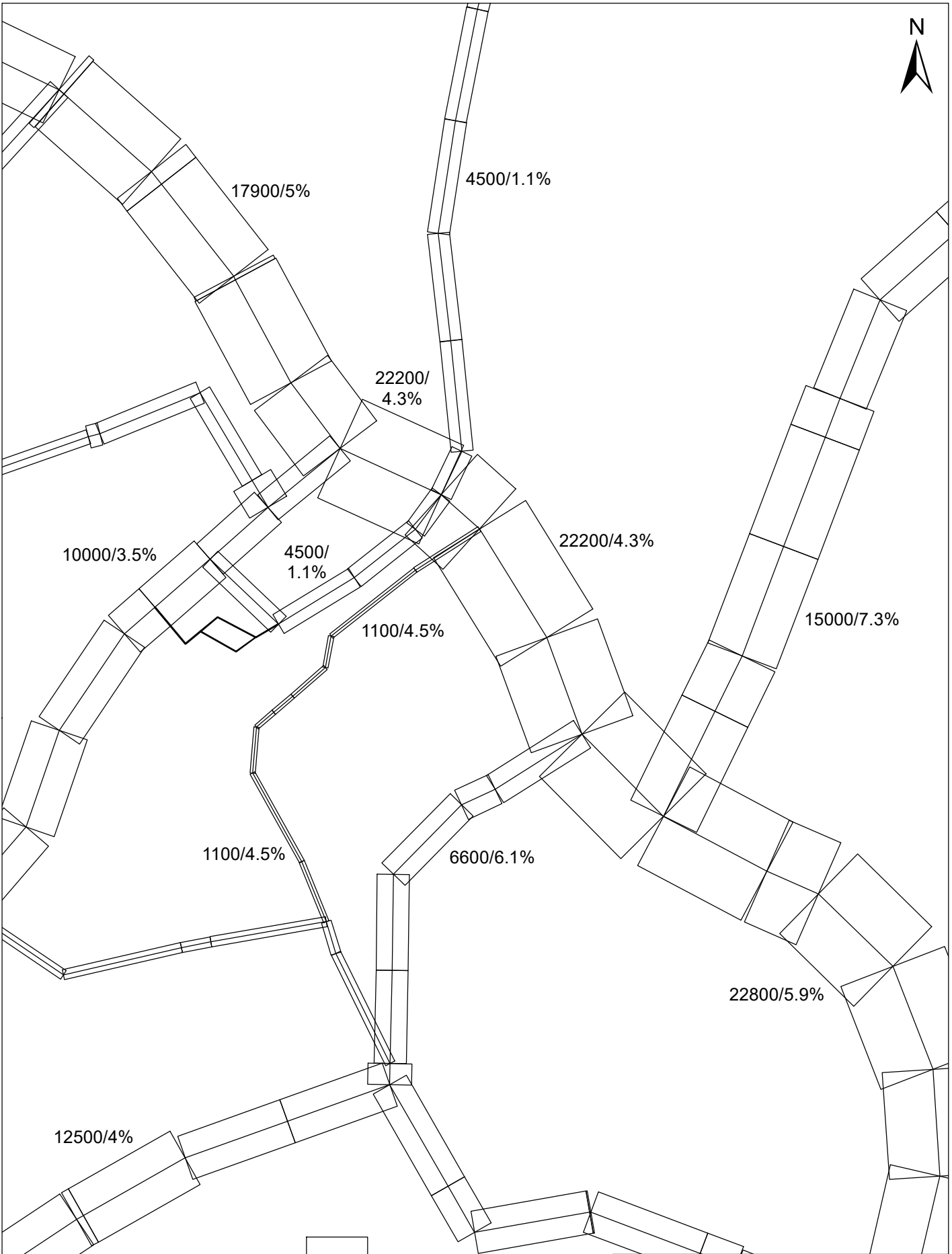
Die Verkehrsbelegungsdaten sind für die betrachteten Untersuchungsfälle in **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** dargestellt. Die Verkehrsbelastung auf der B 32 ist südlich der Zeppelinstraße im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall bis ca. 14 % höher prognostiziert, nördlich der Zeppelinstraße sind gewisse Abnahmen prognostiziert. Entlang der Zeppelinstraße sind Abnahmen bis ca. 37 % prognostiziert, da Verkehre mit der Fahrbeziehung Zeppelinstraße/Praßbergstraße im Planfall über die geplante Verlängerung der Praßbergstraße mit Überführung über die B 32 verlaufen.




**Abb. 4.2** 20109-20-01  
Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Prognosefall



Lohmeyer



**Abb. 4.3** 20109-20-01  
 Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall


**Lohmeyer**

Weiter umfasst die Verkehrsuntersuchung Angaben über die Qualität des Verkehrsablaufes im Bereich von Knotenpunkten. Für den Knotenpunkt B 32/Gegenbaurstraße, an dem die B 32 vorfahrtsberechtigt ist, sind für beide Untersuchungsfälle entlang der B 32 nur sehr geringe Störungen des Verkehrsablaufes ermittelt, der Verkehrsablauf an der Gegenbaurstraße ist deutlich gestört. Für den Knotenpunkt B 32/Zeppelinstraße, der im Planfall mittels Lichtsignalanlage geregelt wird, sind im Planfall entlang der B 32 nur sehr geringe Störungen des Verkehrsablaufes mit geringen Wartezeiten ermittelt, der Verkehrsablauf an der Zeppelinstraße ist deutlich gestört. Für die derzeitige Qualität des Verkehrsablaufes am Knotenpunkt B 32/Zeppelinstraße mit Vorfahrtsberechtigung für die B 32 sind im Verkehrsgutachten keine Angaben genannt. Im weiteren südlichen Verlauf der weiter vorfahrtberechtigten B 32 folgen auf einem ca. 150 m langen Abschnitt in kurzen Abständen die Knotenpunkte mit der Praßbergstraße und der Bahnhofstraße, so dass in diesem Abschnitt starke Einschränkungen des Verkehrsablaufes anzunehmen sind. Für den im Süden des Untersuchungsgebietes gelegenen signalisierten Knotenpunkt B 32/Leutkircher Straße werden keine Angaben über die Qualität des Verkehrsablaufes genannt. Aufgrund der hohen Verkehrsbelegungsdaten an den einzelnen Ästen sind für beide Untersuchungsfälle entsprechende starke Einschränkungen des Verkehrsablaufes anzunehmen.

Für die Linienbusse im Untersuchungsgebiet wurden die Aushangfahrpläne des Busbahnhofes Wangen durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt, dies umfasst neben den Fahrplänen der ÖPNV-Linien auch die Fahrpläne der Fernbuslinien. Die Aushangfahrpläne wurden ausgewertet und den Straßenabschnitten als Angaben der werktäglichen Linienbusfahrten zugeordnet. In den in **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** dargestellten Verkehrsbelegungsdaten sind diese werktäglichen Linienbusfahrten nicht enthalten.

Die beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten werden für das Bezugsjahr 2028 herangezogen, dem Jahr der frühestmöglichen Fertigstellung wesentlicher Teile der Planungen. Diese Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren entspricht damit einer konservativen Vorgehensweise.

Für die Bahnstrecke Kißlegg-Hergatz umfasst die „ABS 48 München-Lindau-Grenze D/A – Unterstellte Zugzahlen für die Ausbauplanung“ (DB AG, 2014) Angaben über die tägliche Anzahl von Zugfahrten unter Berücksichtigung der Elektrifizierung der Bahnstrecke im Prognosejahr 2025. Für die Bahnstrecke im Untersuchungsgebiet werden darin ca. 70 Zugfahrten genannt. Mit dem Bahnbetrieb sind im Bereich des Bahnübergangs in Wangen im Allgäu

zum Teil erhebliche Einschränkungen des Verkehrsablaufes durch die Schrankenschließungen, d. h. im Prognosenullfall, verbunden.

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und SV-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen. Die in diesem Gutachten verwendeten Verkehrstagesganglinien beruhen auf typisierten Tagesganglinien der B 32 südlich des derzeit bestehenden Bahnübergangs. (RPT, 2020).

### **4.3 Meteorologische Daten**

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

Im Untersuchungsgebiet liegen keine langjährigen Windmessdaten vor. In der Umgebung werden durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) in ca. 20 km Entfernung in nordöstlicher Richtung bei Leutkirch im Allgäu und in südwestlicher Richtung in Lindau sowie in ca. 25 km Entfernung im westlich gelegenen Friedrichshafen und im nordwestlich gelegenen Weingarten Windmessdaten erhoben; die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) erfasst an der Messstation zur Überwachung der Luftqualität „Friedrichshafen“ ebenfalls Windmessdaten.

Weiter stellt die LUBW für Baden-Württemberg Steckbriefe synthetischer Ausbreitungsklassenstatistiken basierend auf Modellsimulationen für ein 500 m-Raster zur Verfügung. Für die synthetischen Ausbreitungsklassenstatistiken in die Umgebung des Untersuchungsgebietes im Bereich des Siedlungsbereiches von Wangen im Allgäu weisen die entsprechenden Windrichtungsverteilungen ein Maximum bei südwestlichen Richtungen auf, eine weitere Häufung tritt bei nordöstlichen Windrichtungen auf.

Die in Lindau und in Friedrichshafen erfassten Windmessdaten des DWD können nicht auf das Untersuchungsgebiet übertragen werden, da diese Windmessungen durch die Lage am Bodenseeufer Beeinflussung durch lokale Gegebenheiten aufweisen; die im Stadtgebiet von Friedrichshafen erfassten Windmessdaten der LUBW weisen durch die umliegende Bebauung starke Einschränkungen der Windgeschwindigkeiten auf. Die bei Weingarten erhobenen

Windmessdaten weisen durch die Stationslage im Schussental ebenfalls lokale Besonderheiten auf.

Die bei Leutkirch im Allgäu erfassten Windmessdaten weisen eine zu den synthetischen Ausbreitungsklassenstatistiken der LUBW vergleichbare Windrichtungsverteilung auf, allerdings tritt eine zusätzliche Häufung bei südöstlichen Windrichtungen auf, die durch lokale Gegebenheiten bedingt ist und nicht als charakteristisch für das Untersuchungsgebiet betrachtet werden kann.

Die regional repräsentativen Winddaten auf Basis von Reanalysedaten für ein ca. 6.1 x 6.1 km Raster des DWD im Bereich des Untersuchungsgebietes für den Zeitraum 2006-2015 weisen ebenfalls eine zu den synthetischen Ausbreitungsklassenstatistiken der LUBW vergleichbare Windrichtungsverteilung auf, die dazugehörige Windrose ist in **Abb. 4.4** dargestellt. Die mittlere Windgeschwindigkeit im entsprechenden Rasterquadrat beträgt für den Zehnjahreszeitraum ca. 2.6 m/s. Die regional repräsentativen Winddaten können als repräsentativ für das Untersuchungsgebiet betrachtet werden.

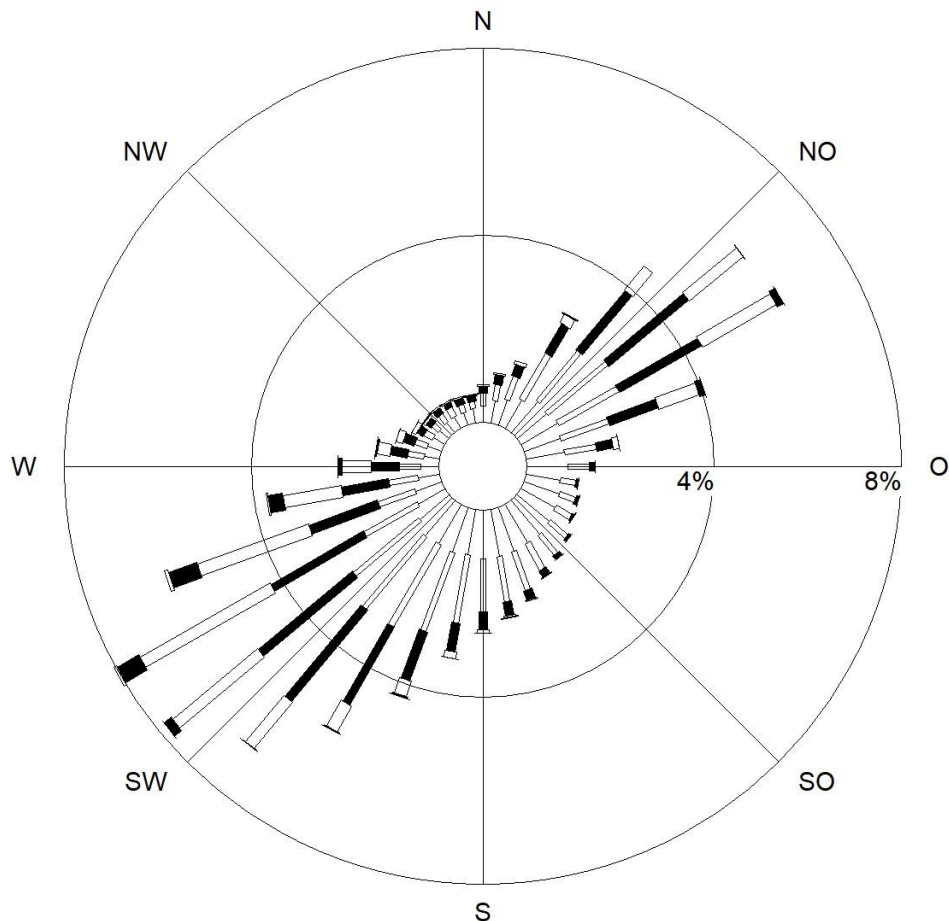
Aus diesen Winddaten wird unter Berücksichtigung von Modelldaten des Wolkenbedeckungsgrades, ebenfalls basierend auf den Reanalysedaten des DWD eine Ausbreitungsklassenstatistik erzeugt. Diese Ausbreitungsklassenstatistik wird für die Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung der durch die Landnutzung bedingten Rauigkeit im Untersuchungsgebiet angewendet.

#### **4.4 Schadstoffhintergrundbelastung**

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

Das Luftmessnetz für Baden-Württemberg wird von der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) und für Bayern vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) betrieben. In den Veröffentlichungen über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LUBW, 2012-2016;

## Windverteilung in Prozent



Station	: Reanalyse	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10.0 m	I : 9.5 %	▨	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 2.6 m/s	II : 21.8 %	■	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1 : 45.2 %	▨	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 14.6 %	■	7.0 bis 10 m/s
		IV : 5.9 %	▨	größer 10 m/s
		V : 3.0 %		

Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung im Untersuchungsgebiet, basierend auf Reanalysedaten für Zeitraum 2006 bis 2015 (Quelle: DWD).



2018; 2019a, 2019b, 2021a, 2021b; LfU, 2012-2021). Die vorliegenden Daten der dem Untersuchungsgebiet umliegenden Messstationen sind auszugsweise in **Tab. 4.1** aufgeführt.

Die nächstgelegene Messstation „Lindau (Bodensee) Friedrichshafener Straße“ befindet sich in ca. 18 km südwestlicher Entfernung im Siedlungsbereich von Lindau und weist aufgrund der Straßenrandlage eine gewisse Beeinflussung durch verkehrsbedingte Beiträge auf. Die Messstation „Friedrichshafen“, ca. 25 km westlich des Untersuchungsgebietes im Friedrichshafener Siedlungsbereich gelegen, befindet sich etwas abseits von Hauptverkehrsstraßen; die dort erfassten Kennwerte der Luftqualität repräsentieren den städtischen Hintergrund von Friedrichshafen. Im ca. 35 km östlich gelegenen Kempten werden im Siedlungsbereich an der Messstation „Kempten (Allgäu)/Westendstraße“ abseits von Hauptverkehrsstraßen Messungen in einer durch Wohnbebauung geprägten Umgebung durchgeführt, die nur gering durch verkehrsbedingte Beiträge beeinflusst sind. Die an der Messstation „Biberach“, ca. 45 km nördlich des Untersuchungsgebietes und am Siedlungsrand gelegen, erfassten Messwerte weisen ebenfalls nur eine geringe Beeinflussung durch verkehrsbedingte Beiträge auf. Die am Rand der Ostalpen in ca. 50 km südöstlicher Richtung gelegene Messstation „Bad Hindelang/Oberjoch“ ist in einer ländlichen Umgebung gelegen und erfasst geringe Belastungswerte des regionalen Hintergrundes. Die ca. 50 km westlich entfernt gelegene Messstation „Konstanz“ befindet sich abseits von Hauptverkehrsstraßen in einem Wohngebiet und erfasst nur gering durch den Straßenverkehr beeinflusste Belastungswerte des städtischen Hintergrunds.

Interpretationen der  $\text{NO}_2$ - und  $\text{NO}_x$ -Messdaten hinsichtlich möglicher Entwicklungen sind mit Vorsicht zu versehen, da in den letzten Jahren in den Städten einerseits Maßnahmen der Luftreinhalteplanung mit entsprechend verringerten verkehrsbedingten Luftschadstoffbeiträgen ergriffen wurden, im Jahr 2019 überdurchschnittlich günstige Ausbreitungsbedingungen in Baden-Württemberg vorlagen und das Jahr 2020 außergewöhnliche Entwicklungen aufgrund intensiver Einschränkungen des öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens aufwies.

Neben den Messdaten des Landesmessnetzes sind im Internet Informationen über modellierte Flächenmittel der sogenannten Immissionsvorbelastung für  $\text{NO}_2$  und  $\text{PM}_{10}$  in einem 500 m-Raster für die Jahre 2010 und 2020 (LUBW, 2014) über den Daten- und Kartendienst der LUBW (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>) abrufbar. Für das Jahr 2010 sind die erfassten  $\text{NO}_2$ - und  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwerte der Stationen in **Tab. 4.1**, die den städtischen Hintergrund repräsentieren, vergleichbar zu den modellierten Flächenmittel an den jeweiligen Messstandorten.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Lindau (Bodensee) Friedrichshafener Straße	Friedrichshafen	Kempton (Allgäu)/ Westendstraße	Biberach	Bad Hindelang/ Oberjoch	Konstanz
NO <sub>2</sub> -Jahresmittel	2011	29	24	21	21	11	20
	2012	27	24	19	19	7	22
	2013	27	26	21	17	7	22
	2014	23	25	20	18	5	22
	2015	24	26	22	18	6	23
	2016	24	23	20	17	6	20
	2017	24	23	20	17	7	21
	2018	22	21	20	17	7	20
	2019	22	21	19	16	8	19
	2020	19	19	17	14	5	17
PM10-Jahresmittel	2011	24	19	18	20	9	20
	2012	22	18	16	17	8	19
	2013	22	19	17	16	8	19
	2014	17	17	14	15	7	16
	2015	18	17	-	16	8	17
	2016	16	15	-	15	7	15
	2017	15	15	-	14	7	15
	2018	16	16	-	16	9	16
	2019	14	14	-	14	7	14
	2020	14	13	-	12	7	12
Anzahl PM10-Überschreitungen > 50 µg/m <sup>3</sup> im Tagesmittel	2011	26	4	6	16	0	9
	2012	14	9	7	7	2	9
	2013	19	13	7	2	0	11
	2014	9	9	4	6	1	7
	2015	3	2	-	1	0	3
	2016	2	2	-	0	0	1
	2017	6	8	-	7	0	5
	2018	5	4	-	4	0	3
	2019	1	1	-	0	0	0
	2020	1	1	-	2	0	1
PM2.5-Jahresmittel	2011	-	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	-	-
	2013	-	-	-	-	-	-
	2014	-	-	-	-	-	-
	2015	13	-	11	-	-	12
	2016	12	--	10	-	-	-
	2017	11	-	10	-	-	11
	2018	12	-	11	-	-	11
	2019	10	-	9	-	-	10
	2020	10	-	9	-	-	8

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m<sup>3</sup> in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LUBW, 2012-2016; 2018; 2019a, 2019b, 2021a, 2021b; LfU, 2012-2021)

Die prognostizierten Flächenmittel für das Jahr 2020 zeigen eine deutliche Reduktion der Immissionsvorbelastung für NO<sub>2</sub> um ca. 30 % gegenüber 2010. Die zeitliche Entwicklung der beobachteten Jahresmittelwerte an diesen Messstationen weisen seit 2010 nur geringfügige Abnahmen der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte auf und deuten solch eine Reduktion nicht an. Im betrachteten Untersuchungsgebiet, dem zentralen Siedlungsbereich von Wangen im Allgäu, sind die modellierten Flächenmittel deutlich geringer als an den Standorten der Messstationen in **Tab. 4.1**, die den städtischen Hintergrund repräsentieren.

Weiter stellt das Umweltbundesamt im Internet Informationen über modellierte Flächenmittel der Luftschadstoffbelastung in Deutschland im Jahresmittel für NO<sub>2</sub> und PM10 in einem 2 km-Raster für die letzten Jahre zur Verfügung (<http://gis.uba.de/Website/luft>). Für das Jahr 2010 kann diesen Flächenmitteln keine Differenzierung der Belastungswerte zwischen den Messstationen in **Tab. 4.1**, die den städtischen Hintergrund repräsentieren, und dem Untersuchungsgebiet abgeleitet werden.

Zur Erhaltung des Prädikats „Luftkurort“ sind in regelmäßigen Abständen u. a. Luftschadstoffgutachten notwendig. Das letzte Gutachten für Wangen im Allgäu stammt aus dem Jahr 2016 und wurde durch das Gästeamt der Stadt Wangen im Allgäu zur Verfügung gestellt („Amtliches Gutachten zur Luftqualität im Luftkurort Wangen im Allgäu“; DWD, 2016). Dabei wurde u. a. NO<sub>2</sub> im Zeitraum vom 13.03.2015 bis zum 01.04.2016 im Kurgebiet am Freibad und am Wolfazer Weg sowie am Frauentorplatz (Messstandort für das Verkehrszentrum im Bereich der Gegenbaurstraße) gemessen. Für das Kurgebiet wurden NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte am Freibad von 13.7 µg/m<sup>3</sup> und am Wolfazer Weg von 10 µg/m<sup>3</sup> ermittelt, die gegenüber den Messwerten an den für den städtischen Hintergrund repräsentativen Stationen in **Tab. 4.1** deutlich geringer sind. Da das Kurgebiet deutlich außerhalb des zentralen Siedlungsbereiches von Wangen im Allgäu und abseits von Hauptverkehrsstraßen liegt, werden für das zentrale Siedlungsgebiet höhere Werte erwartet. Im Verkehrszentrum am Frauentorplatz wurden bedingt durch verkehrsbedingte Beiträge NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 29.5 µg/m<sup>3</sup> erfasst. Für Feinstaub wurde im Verkehrszentrum am Frauentorplatz mit einem Jahresmittelwert von 8.4 µg/m<sup>3</sup> eine für Siedlungsbereiche ungewöhnlich geringe PM2.5-Gesamtbelastung erfasst; vergleichbare Jahresmittelwerte werden im Rahmen der Landesmessnetzwerke nur vereinzelt an ländlich gelegenen Messstationen des regionalen Hintergrunds erfasst. Im Kurgebiet wurden keine PM2.5-Messungen durchgeführt.

Zur Festlegung der Hintergrundbelastungen wurden für den zentralen Siedlungsbereich von Wangen im Allgäu Immissionsberechnungen unter Berücksichtigung der verkehrsbedingten

Beiträge der umliegenden Hauptverkehrsstraßen durchgeführt und mit den Messergebnissen des DWD am Frauentorplatz verglichen. Daraus wurde für die Immissionsprognosen eine Hintergrundbelastung für NO<sub>2</sub> von 18 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet; für PM<sub>2.5</sub> wurde eine für Siedlungsbereiche typische Hintergrundbelastung von 11 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet. Die PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung wurde in Orientierung an die LUBW-Messstation „Biberach“ abgeleitet. Die angesetzten Werte der Schadstoffhintergrundbelastung sind in **Tab. 4.2** aufgezeigt.

Schadstoff	Hintergrundbelastung in µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwert	18
PM <sub>10</sub> -Jahresmittelwert	18
PM <sub>2.5</sub> -Jahresmittelwert	11

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2020/2028.

Entsprechend aktuellen Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub>. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein PM<sub>2.5</sub> zu PM<sub>10</sub>-Verhältnis zwischen 0.5 und 0.8. Bruckmann et al. (2009) beziffern das Verhältnis zwischen 0.63 und 0.71. Dabei wird hier an Hintergrundstationen im Vergleich zu Stationen in Quellnähe (Verkehr und Industrie) ein höheres PM<sub>2.5</sub>- zu PM<sub>10</sub>-Verhältnis bestimmt. Die in **Tab. 4.2** aufgeführten PM<sub>2.5</sub>-Messwerte bestätigen diese Korrelation.

Für das Chemiemodell zur Beschreibung der NO-NO<sub>2</sub>-Konversion (Düring et al., 2011) wird in Orientierung an den Messungen der in **Tab. 4.1** aufgeführten Messstationen der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für Ozon von 44 µg/m<sup>3</sup> angesetzt.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Für das zu betrachtende Bezugsjahr zeigen Abschätzungen (RLuS, 2012) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen für NO<sub>2</sub> bis ca. 4 % und für Feinstaub unter 1 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktion verzichtet; das entspricht einer konservativen Vorgehensweise.

## 5 EMISSIONEN

### 5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO<sub>2</sub> erreicht, weshalb dieser Stoff im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet wird, ergänzt um Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>). Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO<sub>2</sub>, CO, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer und werden deshalb hier nicht betrachtet.

### 5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die PKW, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschleppern, Bussen usw.

Die Emissionsfaktoren für Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet; in der aktuellen Version des HBEFA4.1 sind die nichtmotorbedingten Beiträge für Feinstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub> integriert.

Die motorbedingten Emissionsfaktoren hängen für die Fahrzeugarten PKW und LKW im Wesentlichen ab von

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,

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

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2019) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet, in dem eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Diesel-PKW sowie der Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW berücksichtigt sind; vergleichbare Anpassungen sind auch für leichte Nutzfahrzeuge enthalten. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Emissionsfaktoren für das Betrachtungsgebiet berücksichtigen die an der ca. 15 km südwestlich gelegenen DWD-Station Sigmarszell-Zeisertsweiler erfassten stündlichen Zeitreihen der Lufttemperatur im Zeitraum 2009-2018 (Quelle: DWD) mit einer mittleren Temperatur von 9.7 °C.

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

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

- IO-HVS50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
- IO-HVS50g: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
- IO-HVS50s: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Stop-and-Go-Verkehr
- IO-Sam50d: Innerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
- IO-Sam50g: Innerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr

IO-NS50:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h
IO-NS50d:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IO-NS50g:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IO-NS50s:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, Stop-and-Go Verkehr
IO-NS30d:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IO-NS30s:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stop-and-Go Verkehr

Im Prognosenullfall werden für Straßenabschnitte im Bereich des Bahnübergangs Störungen des Verkehrsablaufes durch den Bahnbetrieb berücksichtigt. Auf Grundlage der täglichen Zugaufkommen (siehe Kap. 4.2) und den damit verbunden Schrankenschließzeiten wird eine Störungsdauer von ca. 3 min pro Zugdurchfahrt angesetzt; dies schließt auch zufahrende und aufgelaufene Fahrzeuge mit ein. Von diesen Störungen sind ca. 20 % der werktäglichen Fahrleistung betroffen, für die ein stark eingeschränkter Stop-and-Go-Verkehr angesetzt wird, sofern dieser in der Summe einen Zuschlag darstellt. Die Bereiche, über die Fahrzeuge in Verbindung mit den Schrankenschließungen entlang den angrenzenden Straßenabschnitten der B 32 auflaufen, werden auf Grundlage des Verkehrsaufkommens während den Spitzenstunden abgeleitet, dabei werden auch Rückstauungen entlang weiterer Straßen berücksichtigt, die wie die Bahnhofstraße in die B 32 einmünden. Im Planfall treten diese Störungen aufgrund des Wegfalls des Bahnübergangs nicht auf.

Weiter werden im Prognosenullfall entlang der B 32 an Kreuzungsbereichen im Bereich des Bahnübergangs trotz Vorfahrtsberechtigung aufgrund der kurzen Abstände zwischen den Knotenpunkten starke Einschränkungen des Verkehrsablaufes bzw. ein gesättigter Verkehr angesetzt. Im Planfall wird im Bereich des verbleibenden Knotenpunktes B 32/Zeppelinstraße mit geplanter Lichtsignalanlage auf Grundlage der Angaben des Verkehrsgutachtens ein verbesserter Verkehrsablauf entlang der B 32 angesetzt.

Für die Linienbusse werden im Bereich der Fahrwege des Busbahnhofes ein eingeschränkter Verkehrsablauf mit Stop-and-Go-Verkehr angesetzt und dabei berücksichtigt, dass ab einer Haltedauer von 2 Minuten der Motor abgestellt wird.

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2028 aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen (gekennzeichnet durch vorangestellte „\_“-Unterstrichzeichen). Für Linienbusse sind die Emissionsfaktoren für die berücksichtigten Verkehrssituationen in **Tab. 5.2** und für den Leerlaufbetrieb in **Tab. 5.3** dargestellt. Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt. Die Emissionen werden auf

der Grundlage der im Verkehrsgutachten genannten Verkehrsprognosen 2030 im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit für das Bezugsjahr 2028, dem Jahr der frühestmöglichen Fertigstellung wesentlicher Teile der Planungen, berechnet.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2023									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit	NO <sub>x</sub>		PM10 / PM 2.5 (nur Abgase)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)		NO <sub>2,direkt</sub>	
		PKW	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV
AO-HVS100	94.0	0.206	0.827	0.0020	0.0153	0.030	0.130	0.009	0.048	0.033	0.096
AO-HVS100_2	94.0	0.225	1.060	0.0022	0.0118	0.030	0.130	0.009	0.048	0.036	0.125
AO-HVS100_4	94.0	0.283	0.836	0.0030	0.0100	0.030	0.130	0.009	0.048	0.045	0.091
AO-HVS70	67.0	0.152	0.982	0.0016	0.0146	0.026	0.100	0.012	0.056	0.024	0.116
IO-HVS50d	39.6	0.223	2.012	0.0053	0.0193	0.032	0.350	0.016	0.068	0.032	0.235
IO-HVS50d_2	39.6	0.229	1.815	0.0054	0.0195	0.032	0.350	0.016	0.068	0.033	0.217
IO-HVS50d_4	39.6	0.256	1.429	0.0055	0.0195	0.032	0.350	0.016	0.068	0.037	0.166
IO-HVS50d_6	39.6	0.305	1.366	0.0058	0.0201	0.032	0.350	0.016	0.068	0.046	0.152
IO-HVS50g	24.9	0.317	3.731	0.0061	0.0327	0.039	0.700	0.016	0.068	0.047	0.456
IO-HVS50g_2	24.9	0.325	3.621	0.0062	0.0323	0.039	0.700	0.016	0.068	0.048	0.442
IO-HVS50g_4	24.9	0.346	3.348	0.0064	0.0316	0.039	0.700	0.016	0.068	0.051	0.406
IO-HVS50g_6	24.9	0.385	3.116	0.0068	0.0307	0.039	0.700	0.016	0.068	0.058	0.375
IO-HVS50s	12.5	0.349	6.451	0.0068	0.0518	0.044	1.200	0.016	0.068	0.052	0.796
IO-HVS50s_2	12.5	0.355	6.640	0.0069	0.0513	0.044	1.200	0.016	0.068	0.052	0.826
IO-HVS50s_6	12.5	0.402	5.546	0.0072	0.0511	0.044	1.200	0.016	0.068	0.060	0.682
IO-Sam50d	37.4	0.250	2.155	0.0056	0.0229	0.033	0.350	0.016	0.068	0.035	0.256
IO-Sam50d_2	37.4	0.257	2.222	0.0056	0.0226	0.033	0.350	0.016	0.068	0.036	0.268
IO-Sam50d_4	37.4	0.282	1.954	0.0058	0.0227	0.033	0.350	0.016	0.068	0.040	0.232
IO-Sam50g	24.2	0.330	3.810	0.0062	0.0344	0.039	0.700	0.016	0.068	0.047	0.465
IO-NS50	43.8	0.263	1.796	0.0057	0.0181	0.032	0.350	0.015	0.068	0.033	0.210
IO-NS50_2	43.8	0.268	2.275	0.0057	0.0182	0.032	0.350	0.015	0.068	0.034	0.283
IO-NS50_6	43.8	0.338	1.240	0.0064	0.0185	0.032	0.350	0.015	0.068	0.046	0.136
IO-NS50d	33.0	0.310	2.182	0.0061	0.0214	0.034	0.500	0.016	0.068	0.040	0.255
IO-NS50d_2	33.0	0.318	1.987	0.0062	0.0216	0.034	0.500	0.016	0.068	0.042	0.234
IO-NS50d_6	33.0	0.382	1.512	0.0075	0.0226	0.034	0.500	0.016	0.068	0.052	0.170
IO-NS50g	22.8	0.353	4.114	0.0065	0.0404	0.044	1.200	0.016	0.068	0.047	0.502
IO-NS50s	12.5	0.389	6.014	0.0072	0.0520	0.044	1.200	0.016	0.068	0.053	0.738
IO-NS30d	26.5	0.291	2.663	0.0060	0.0298	0.034	0.500	0.016	0.068	0.037	0.306
IO-NS30d_2	26.5	0.293	2.521	0.0060	0.0298	0.034	0.500	0.016	0.068	0.038	0.293
IO-NS30s	9.6	0.403	7.686	0.0077	0.0589	0.044	1.200	0.016	0.068	0.055	0.943

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2028



Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2028				
Verkehrssituation	Geschwindigkeit	NO <sub>x</sub>	PM10 / PM 2.5 (nur Abgase)	PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	PM2.5 (nur Abrieb)	NO <sub>2,direkt</sub>
AO-HVS100	94.0	0.868	0.0115	0.130	0.061	0.109
AO-HVS100_2	94.0	0.951	0.0122	0.130	0.066	0.119
AO-HVS100_4	94.0	1.013	0.0189	0.130	0.068	0.124
AO-HVS70	67.0	0.500	0.0068	0.130	0.058	0.061
IO-HVS50d	39.6	0.741	0.0180	0.100	0.056	0.087
IO-HVS50d_2	39.6	0.779	0.0163	0.350	0.064	0.091
IO-HVS50d_4	39.6	0.939	0.0253	0.700	0.068	0.111
IO-HVS50d_6	39.6	1.571	0.0443	1.200	0.068	0.188
IO-HVS50g	24.9	0.727	0.0161	0.130	0.050	0.085
IO-HVS50g_2	24.9	0.770	0.0164	0.130	0.057	0.090
IO-HVS50g_4	24.9	0.835	0.0221	0.130	0.062	0.098
IO-HVS50g_6	24.9	1.740	0.0402	0.130	0.068	0.209
IO-HVS50s	12.5	1.042	0.0338	0.100	0.068	0.124
IO-HVS50s_2	12.5	1.111	0.0324	0.350	0.068	0.132
IO-HVS50s_6	12.5	1.935	0.0546	1.200	0.068	0.234
IO-Sam50d	37.4	0.751	0.0070	0.130	0.045	0.102
IO-Sam50d_2	37.4	1.140	0.0096	0.130	0.049	0.155
IO-Sam50d_4	37.4	0.782	0.0122	0.130	0.054	0.100
IO-Sam50g	24.2	0.762	0.0074	0.130	0.044	0.104
IO-NS50	43.8	1.182	0.0204	0.130	0.044	0.142
IO-NS50_2	43.8	1.184	0.0201	0.130	0.051	0.143
IO-NS50_6	43.8	1.546	0.0413	0.130	0.068	0.184
IO-NS50d	33.0	1.182	0.0204	0.130	0.044	0.142
IO-NS50d_2	33.0	1.184	0.0201	0.130	0.046	0.143
IO-NS50d_6	33.0	1.546	0.0413	0.130	0.068	0.184
IO-NS50g	22.8	1.182	0.0204	0.130	0.044	0.142
IO-NS50s	12.5	1.183	0.0202	0.130	0.046	0.142
IO-NS30d	26.5	0.716	0.0169	0.100	0.058	0.084
IO-NS30d_2	26.5	0.778	0.0158	0.350	0.064	0.091
IO-NS30s	9.6	0.936	0.0294	0.100	0.068	0.110

Tab. 5.2 Emissionsfaktoren in g/km je Linienbus für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2028

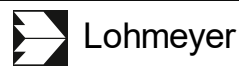
NO <sub>x</sub>	PM10 / PM2.5	NO <sub>2,direkt</sub>
7.3	0.043	1.7

Tab. 5.3: Mittlere Emissionsfaktoren in g/h je Linienbus im Leerlaufbetrieb für das Bezugsjahr 2028.



**Abb. 5.1** 20109-20-01  
 Verkehrssituation auf dem Straßennetz für den Planfall. Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet

0 50 100  
 Meter



### 5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO<sub>x</sub>, PM10 und PM2.5 werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO<sub>x</sub>, PM10 und PM2.5 dargestellt; diese umfassen auch die durch den Linienbusverkehr bedingten Luftschadstofffreisetzungen.

In **Tab. 5.4** sind exemplarisch die Verkehrskennwerte und daraus, unter Berücksichtigung des Linienbusverkehrs, abgeleitete Emissionen für einen Abschnitt der B 32 nördlich, d. h. im Bereich der Rampenfahrbahn des geplanten Unterführungsbauwerkes, und für einen Abschnitt auf Höhe des bestehenden Bahnübergangs für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle dargestellt.

	DTV <sub>w</sub> in Kfz/24h	LKW-Anteil in %	Verkehrssituation	Mittlere Emissionsdichte			
				NO <sub>x</sub> in mg/(m*s)	PM10 mg/(m*s)	PM2.5 mg/(m*s)	NO <sub>2</sub> direkt mg/(m*s)
<b>B 32 nördlich des Bahnübergangs</b>							
Prognosenullfall	20 600	3.9	IO-HVS50g_2*)	0.086	0.0169	0.0053	0.0238
Planfall	22 200	4.3	IO-HVS50_6	0.064	0.0122	0.0056	0.0181
<b>B 32 auf Höhe des Bahnübergangs</b>							
Prognosenullfall	21 200	3.9	IO-HVS50g*)	0.087	0.0173	0.0055	0.0241
Planfall	22 200	4.3	IO-HVS50d	0.056	0.0122	0.0055	0.0152

Tab. 5.4: Verkehrskennwerte und Emissionen der B 32 im Bereich des bestehenden Bahnübergangs für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle; \*) 20 % Stauanteil

Die geplante Beseitigung des Bahnübergangs mit Unterführungsbauwerk an der B 32 und den damit verbunden Verkehrsänderungen ist nördlich des bestehenden Bahnübergangs mit einem Rückgang der Stickoxid- und PM10-Emissionen um ca. 25 % verbunden; in diesem Bereich befindet sich die Rampe des geplanten Unterführungsbauwerkes, die eine hohe Längsneigung aufweist. Die PM2.5-Emissionen nehmen trotz geringeren motorbedingten Feinstaubfreisetzungen in diesem Bereich aufgrund der 8-prozentigen Verkehrszunahme um ca. 5 % zu. Entlang des Straßenabschnittes der B 32 auf Höhe des derzeit bestehenden Bahnübergangs mit im Planfall vergleichbarer Straßenlängsneigung sind mit Berücksichtigung der Planungen Abnahmen der Stickoxidfreisetzungen um fast 35% sowie Abnahmen der PM10-Freisetzungen um ca. 30 % abgeleitet; die PM2.5-Emissionen sind in diesem Be-

reich trotz im Planfall geringer abgeleiteten motorbedingten Feinstaubfreisetzungen zwischen den Untersuchungsfällen vergleichbar.

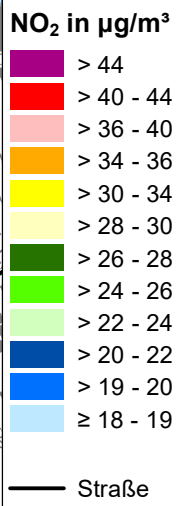
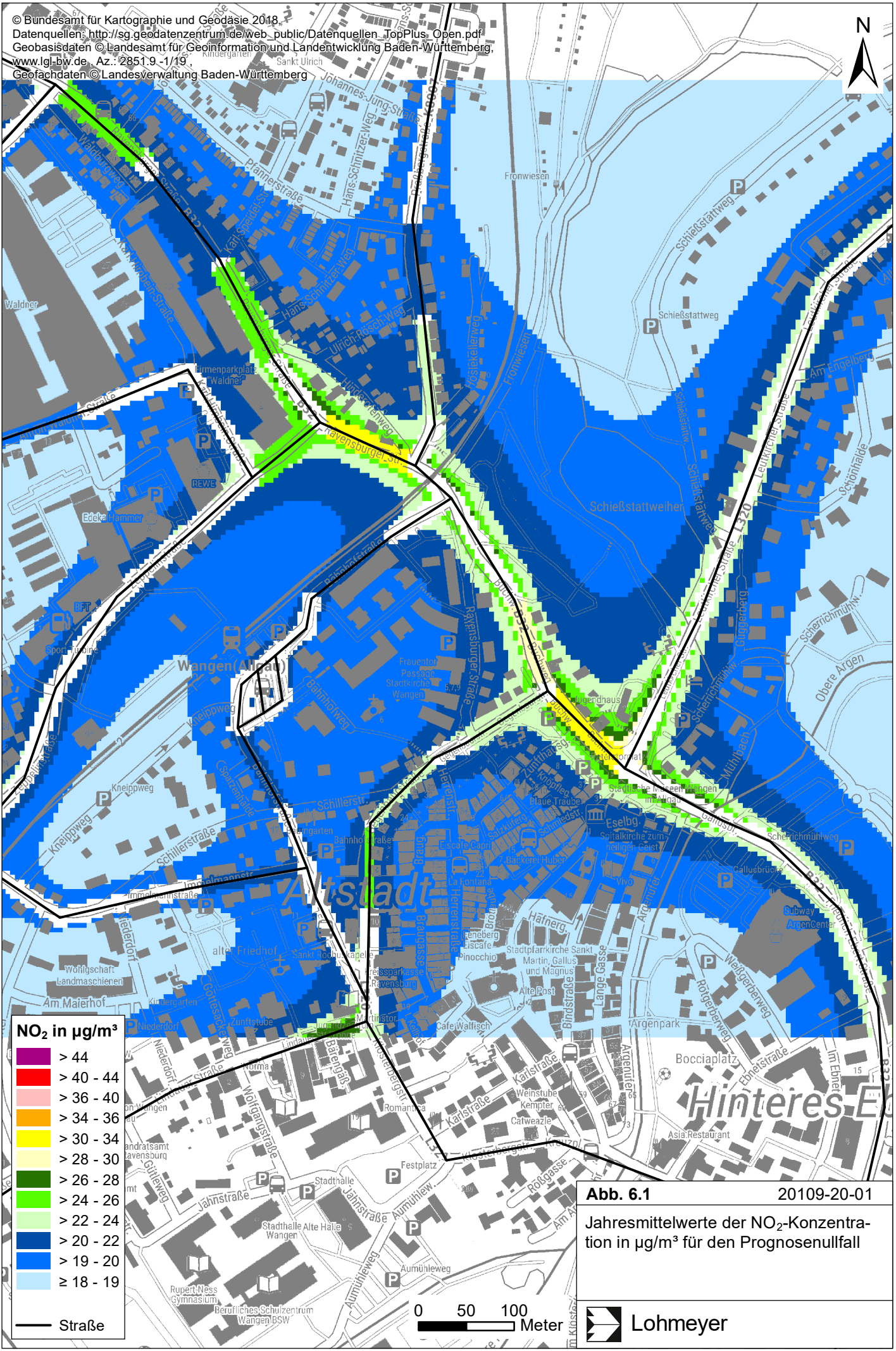
## 6 ERGEBNISSE

Im Untersuchungsgebiet, d. h. im Plangebiet wurden Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Das Rechengebiet deckt eine Fläche von ca. 1 km x 1 km ab, bei einer horizontalen Auflösung von 5 m x 5 m. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt.

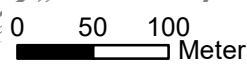
Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Beurteilungsrelevante Kenngrößen sind einheitlichen Farben zugeordnet. Damit werden die derzeit geltenden Grenzwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> sowie PM<sub>2.5</sub> mit 25 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel mit roter Farbe; der PM<sub>10</sub>-Schwellenwert von 29 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel zur Ableitung des PM<sub>10</sub>-Kurzzeitwertes und der PM<sub>2.5</sub>-Richtwert von 20 µg/m<sup>3</sup> werden mit gelber Farbe belegt.

### 6.1 NO<sub>2</sub>-Immissionen

Die für den Prognosenullfall berechneten Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Immissionen sind in **Abb. 6.1** dargestellt. Verkehrsbedingte Beiträge der Bundesstraße B 32 zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung führen im Nahbereich der B 32 zu Jahresmittelwerten über 20 µg/m<sup>3</sup> und in den Kreuzungsbereichen mit der Zeppelinstraße sowie mit der Leutkircher Straße über 30 µg/m<sup>3</sup>. In Bereichen mit nahegelegener Randbebauung sind nördlich und südlich des Bahnübergangs an der B 32 NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 34 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Auf Höhe des Bahnübergangs sind im Nahbereich der B 32 NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 28 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Entlang den übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind die verkehrsbedingten Beiträge zur NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung geringer und entlang der Zeppelinstraße überwiegend zwischen 20 µg/m<sup>3</sup> und 26 µg/m<sup>3</sup> dargestellt. Entlang der Praßbergstraße sind NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 24 µg/m<sup>3</sup>, entlang der Leutkircher Straße überwiegend bis 24 µg/m<sup>3</sup> und entlang der Gegenbaurstraße bis 26 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. An der Bahnhofstraße führen die verkehrsbedingten Bei-



**Abb. 6.1** 20109-20-01  
 Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Prognosenullfall



träge zu NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen über 19 µg/m<sup>3</sup> und bis 22 µg/m<sup>3</sup>, so auch im Bereich des Busbahnhofs. In Bereichen des Untersuchungsgebietes, die nicht direkt an Straßen angrenzen, sind überwiegend NO<sub>2</sub>-Immissionen zwischen 18 µg/m<sup>3</sup> und bis 20 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Am Messstandort des Verkehrszentrums aus dem Luftqualitätsgutachten des DWD ist die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet.

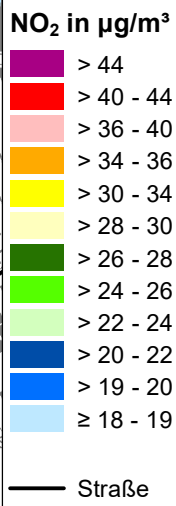
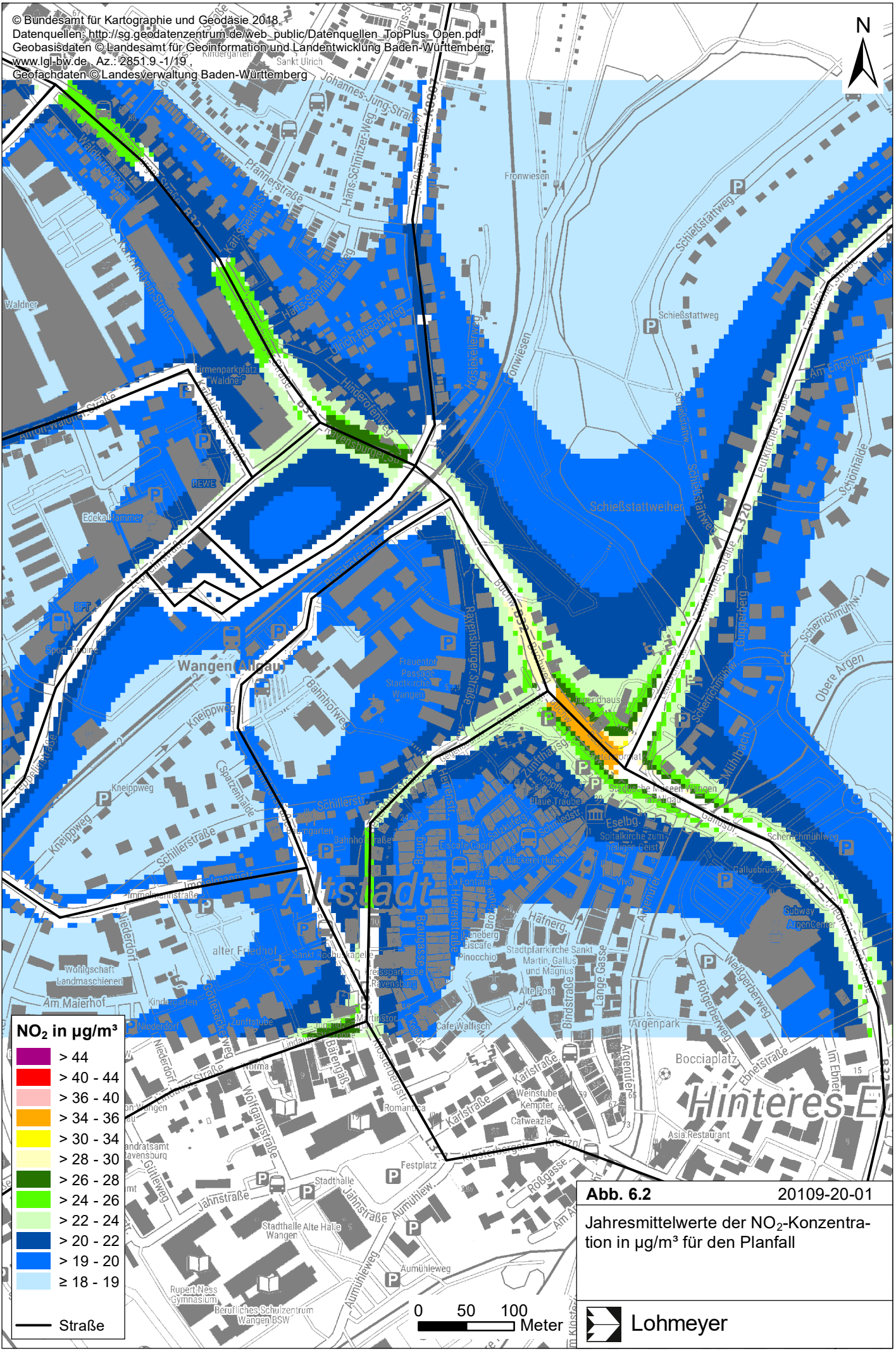
Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z. B. Wohngebäuden, führen. Die Bewertung der Luftqualität auf dem Gelände von Arbeitsstätten schließt die 39. BImSchV aus. Im Bereich des derzeit bestehenden Bahnübergangs sind an der nördlich nächstgelegenen Randbebauung der B 32 NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 34 µg/m<sup>3</sup> ermittelt, an der südlichen zum Bahnübergang nächstgelegenen Randbebauung der B 32 beträgt die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung über 20 µg/m<sup>3</sup> und vereinzelt bis 24 µg/m<sup>3</sup>. An weiter entfernt liegenden Abschnitten der B 32 sind nördlich des Bahnübergangs an den direkt an die Straße angrenzenden Wohngebäuden NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte über 20 µg/m<sup>3</sup> und bis 26 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. An den südlich des Bahnübergangs gelegenen Abschnitten der B 32 sind an der straßennahen Wohnbebauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte über 22 µg/m<sup>3</sup> und vereinzelt im Kreuzungsbereich mit der Leutkircher Straße mit 34 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Im Bereich der Bahnhofstraße sind an der Bebauung vereinzelt Immissionen bis 22 µg/m<sup>3</sup> ermittelt so auch vereinzelt an den zum Busbahnhof nächstgelegenen Gebäuden. An der straßennahen Bebauung der übrigen Straßen sind NO<sub>2</sub>-Immissionen über 19 µg/m<sup>3</sup> und vereinzelt bis 28 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. An Wohngebäuden, die nicht direkt an Hauptverkehrsstraßen angrenzen sind geringere NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 20 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet.

Damit wird im Prognosenullfall der Grenzwert für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> zum Schutz der menschlichen Gesundheit an Wohnbebauung entlang der B 32 nicht erreicht und nicht überschritten. Der Richtwert für Luftqualität in Kurorten für das Verkehrszentrum von 32 µg/m<sup>3</sup> wird an der zur B 32 nächstgelegenen Bebauung vereinzelt erreicht und überschritten. An der Wohnbebauung entlang den anderen Straßen im Untersuchungsgebiet wird der Grenzwert wie an der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten; der Richtwert für Luftqualität in Kurorten im Bereich des Verkehrszentrums wird an der Randbebauung dieser Straßen ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten; der Richtwert für Luftqualität in Kurorten für das Ortszentrum von 24 µg/m<sup>3</sup> wird an Wohnbebauung, die nicht direkt an Straßen angrenzt, ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

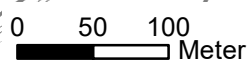
In **Abb. 6.2** ist die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung für den Planfall mit beseitigtem Bahnübergang und dem Unterführungsbauwerk an der B 32 dargestellt. An den nicht direkt an das Unterführungsbauwerk angrenzenden und nördlich der Bahnstrecke gelegenen Straßenabschnitten sind entlang der B 32 zum Prognosenullfall vergleichbare NO<sub>2</sub>-Immissionen ermittelt. Im nördlichen Bereich des geplanten Unterführungsbauwerkes sind aufgrund der Verbesserungen des Verkehrsablaufes gegenüber dem Prognosenullfall geringere NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 28 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Auf Höhe der Querung der Gleisanlagen und dem südlich anschließenden Straßenabschnitt führt die Verbesserung des Verkehrsablaufes gegenüber dem Prognosenullfall zu geringeren NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 24 µg/m<sup>3</sup>. Südlich der Bahnstrecke sind im Kreuzungsbereich mit der Leutkircher Straße die NO<sub>2</sub>-Immissionen am Fahrbahnrand der B 32 bis 36 µg/m<sup>3</sup> dargestellt. Entlang der Bahnhofstraße führt die Verlegung des Busbahnhofes sowie Aufgabe der Verknüpfung an die B 32 und die damit verbundene Verkehrsabnahme zu einer Abnahme der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung, die Jahresmittelwerte bis 20 µg/m<sup>3</sup> aufweist, so auch im derzeitigen Bereich des Busbahnhofes. Am geplanten Neubaustandort des Busbahnhofes an der Verlängerung der Praßbergstraße sind vergleichbar zum Prognosenullfall NO<sub>2</sub>-Immissionen bis 22 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Entlang den bereits bestehenden Straßenabschnitten der Praßbergstraße sind im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall geringe Jahresmittelwerte bis 22 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Entlang den übrigen Straßen sind zum Prognosenullfall vergleichbare NO<sub>2</sub>-Immissionen berechnet, so auch in Bereichen des Untersuchungsgebietes die nicht direkt an Straßen angrenzen. Am Messstandort des Verkehrszentrums aus dem Luftqualitätsgutachten des DWD ist die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung weiterhin bis 22 µg/m<sup>3</sup> berechnet.

Im Planfall sind an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet im nördlichen Bereich des geplanten Unterführungsbauwerkes geringere NO<sub>2</sub>-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 28 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Im südlichen Bereich des Unterführungsbauwerkes sind an der nächstgelegenen Wohnbebauung NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastungen bis 22 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. An der übrigen Wohnbebauung, die an die B 32 angrenzt, sind nördlich der Bahnstrecke aufgrund der leichten Verkehrsabnahme gewisse Abnahmen der NO<sub>2</sub>-Immissionen abgeleitet, die weiterhin zum Prognosenullfall vergleichbare Jahresmittelwerte aufweisen. Südlich der Bahnstrecke führt die Verkehrszunahme an der Randbebauung der B 32 zu einer gewissen Zunahme der Immissionen, die im Kreuzungsbereich mit der Leutkircher Straße im Jahresmittel mit 36 µg/m<sup>3</sup> berechnet ist. An der übrigen Bebauung im Untersuchungsgebiet sind zum Prognosenullfall vergleichbare NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte prognostiziert.





**Abb. 6.2** 20109-20-01  
 Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Planfall



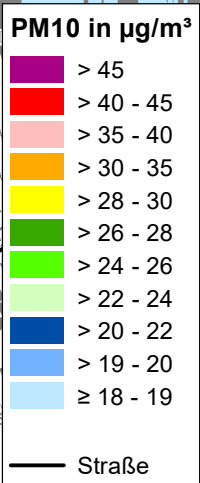
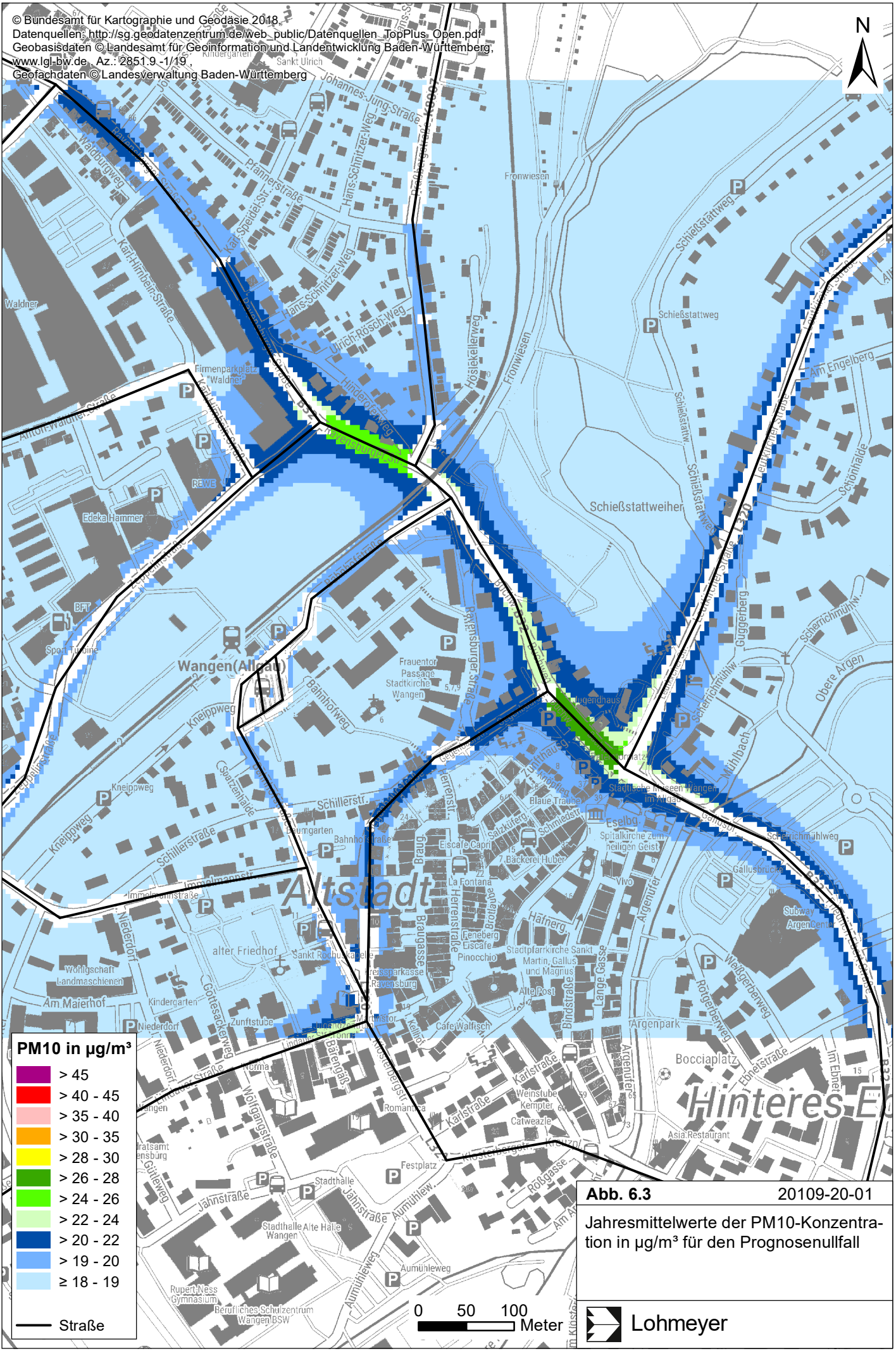
Damit wird auch im Planfall an der bestehenden Wohnbebauung entlang der B 32 der derzeit geltende Grenzwert der 39. BImSchV für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 40 µg/m<sup>3</sup> weiterhin nicht erreicht und nicht überschritten; der Richtwert für Luftqualität in Kurorten für das Verkehrszentrum von 32 µg/m<sup>3</sup> wird weiterhin vereinzelt erreicht und überschritten. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet wird der Grenzwert weiterhin deutlich nicht erreicht und nicht überschritten sowie an Bebauung, die nicht direkt an Straßen angrenzt, der Richtwert für Luftqualität in Kurorten für das Ortszentrum von 24 µg/m<sup>3</sup> nicht erreicht und nicht überschritten wird.

Die 39. BImSchV sieht eine Bestimmung der Kurzzeitbelastung von NO<sub>2</sub> vor (siehe Abschnitt 3.3). Eine Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d. h. einem Stundenwert von 200 µg/m<sup>3</sup> mehr als 18-mal im Jahr, ist bei Jahresmittelwerten unter 40 µg/m<sup>3</sup> nicht zu erwarten.

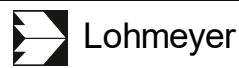
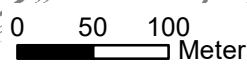
## 6.2 Feinstaub-Immissionen (PM10)

Für die Bewertung der PM10-Immissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von 29 µg/m<sup>3</sup> der Kurzzeitwert überschritten werden kann. Im Folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von 29 µg/m<sup>3</sup> und 40 µg/m<sup>3</sup> diskutiert.

Die PM10-Konzentrationen im Jahresmittel sind für den Prognosenullfall in **Abb. 6.3** dargestellt. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 18 µg/m<sup>3</sup> führen die verkehrsbedingten Beiträge zur PM10-Gesamtbelastung entlang der Bundesstraße B 32 zu erhöhten PM10-Konzentrationen, die an den nördlich der Bahnstrecke gelegenen Abschnitten über 19 µg/m<sup>3</sup> und im Bereich des derzeit bestehenden Bahnübergangs bis 26 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel berechnet sind. An den südlich der Bahnstrecke gelegenen Straßenabschnitten der B 32 sind PM10-Immissionen im Nahbereich über 20 µg/m<sup>3</sup> und im Kreuzungsbereich mit der Leutkircher Straße bis 28 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. An der Bahnhofstraße beträgt die PM10-Gesamtbelastung im Prognosenullfall bis 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel. Die im Bereich des derzeitigen Standortes des Busbahnhofes ermittelten PM10-Immissionen sind im Prognosenullfall bis 20 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Im Nahbereich der übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind



**Abb. 6.3** 20109-20-01  
 Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Prognosenullfall

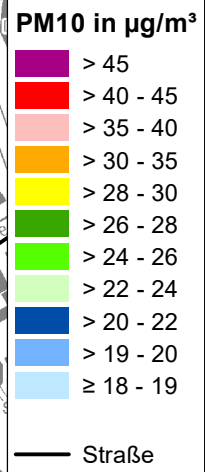
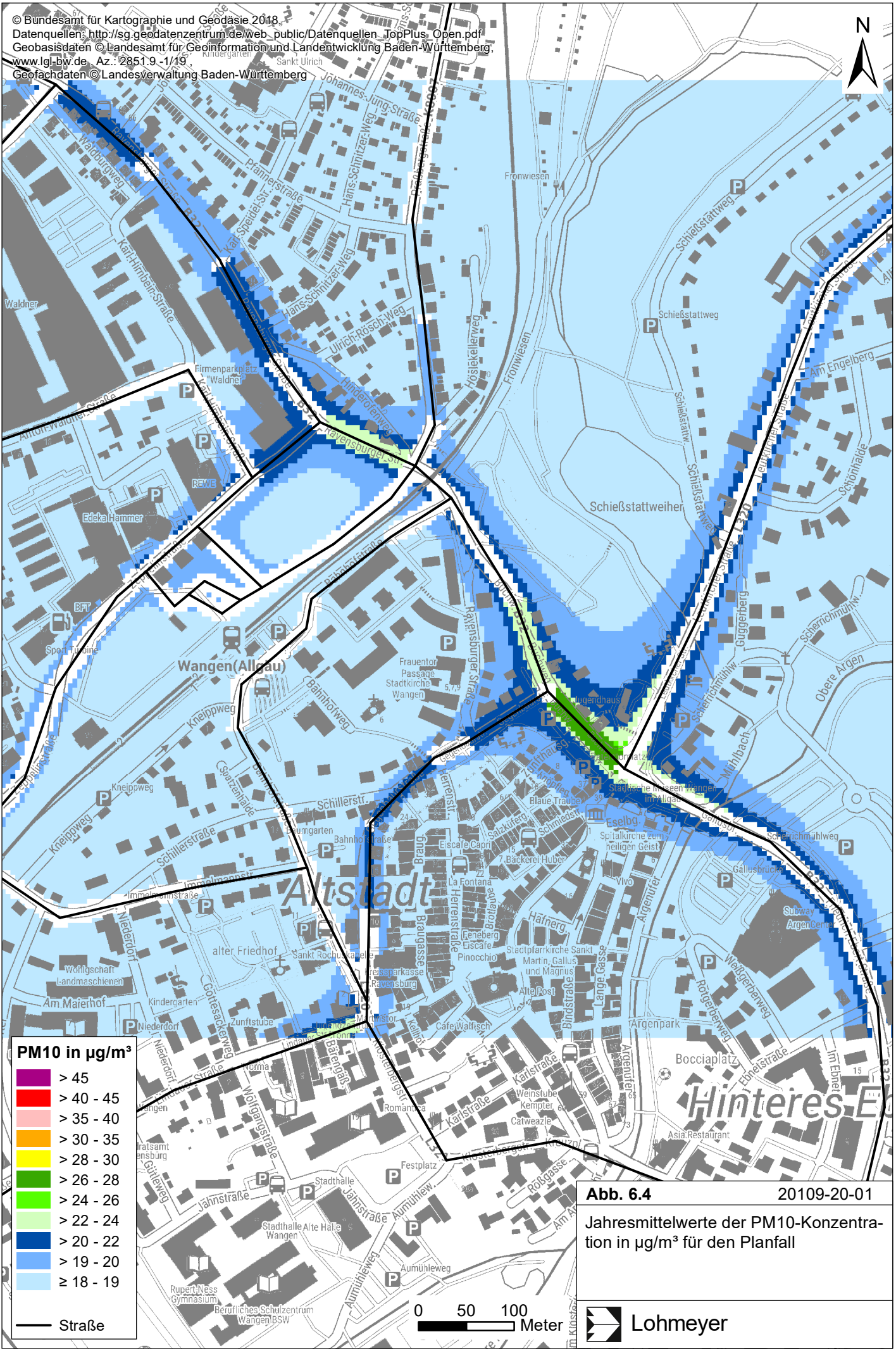


PM10-Konzentrationen prognostiziert, die Jahresmittelwerte zwischen  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aufweisen.

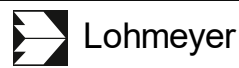
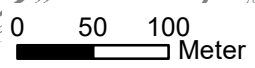
Die für den Planfall prognostizierten PM10-Immissionen sind in **Abb. 6.4** dargestellt. Die unter Berücksichtigung der Beseitigung des Bahnübergangs und des Unterführungsbauwerkes an der B 32 ermittelten Jahresmittelwerte sind überwiegend zum Prognosenullfall vergleichbar. An den nördlich der Bahnstrecke gelegenen Abschnitten der B 32 weisen die im Planfall ermittelten PM10-Immissionen weiterhin Jahresmittelwerte über  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf. Im Bereich des Unterführungsbauwerkes sind die PM10-Jahresmittelwerte bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Südlich der Bahnstrecke sind an der B 32 PM10-Immissionen über  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Bereich der Kreuzung B 32/Leutkircher Straße weiterhin bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. An der Bahnhofstraße sind im Planfall zur Hintergrundbelastung vergleichbare PM10-Jahresmittelwerte abgeleitet. Am geplanten Neubaustandort des Busbahnhofs sind PM10-Immissionen bis  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Im Nahbereich der übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind zum Prognosenullfall vergleichbare PM10-Konzentrationen zwischen  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vereinzelt bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert.

Die an der Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet ermittelten PM10-Jahresmittelwerte sind für beide Untersuchungsfälle vergleichbar. An der zur B 32 nächstgelegenen Wohnbebauung sind nördlich der Bahnstrecke im Prognosenullfall die PM10-Jahresmittelwerte vereinzelt bis  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Planfall vereinzelt bis  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Südlich der Bahnstrecke sind an der Randbebauung der B 32 die PM10-Immissionen in beiden Untersuchungsfällen vereinzelt bis  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  abgeleitet. An den übrigen Straßen mit direkt angrenzender Wohnbebauung sind vereinzelt Jahresmittelwerte bis  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. Überwiegend sind jedoch an der Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet PM10-Gesamtbelastungen berechnet, die sich nur geringfügig gegenüber der angesetzten Hintergrundbelastung von  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterscheiden.

Damit wird in beiden Untersuchungsfällen der derzeit geltende Grenzwert der 39. BImSchV für PM10-Jahresmittelwerte von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung an Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet wird vereinzelt erreicht, aber nicht überschritten.



**Abb. 6.4** 20109-20-01  
 Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für den Planfall

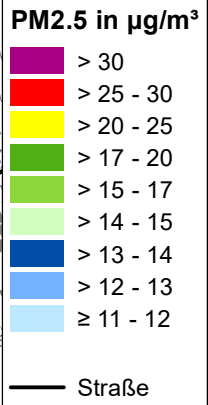


### 6.3 Feinstaub-Immissionen (PM2.5)

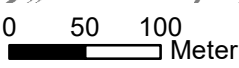
Für die Bewertung der PM2.5-Immissionen werden zwei Beurteilungswerte genannt. Diese sind der PM2.5-Grenzwert (Jahresmittelwert) von 25 µg/m<sup>3</sup>, der seit dem Jahr 2015 einzuhalten ist, und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von 20 µg/m<sup>3</sup>, der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM2.5-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von 25 µg/m<sup>3</sup> und 20 µg/m<sup>3</sup> diskutiert.

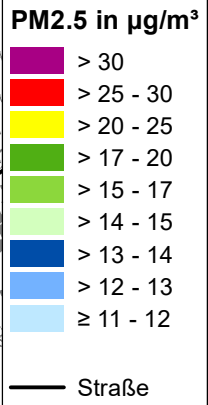
Die PM2.5-Konzentrationen im Jahresmittel sind für den Prognosenußfall in **Abb. 6.5** sowie für den Planfall mit beseitigtem Bahnübergang und Unterführungsbauwerk an der B 32 in **Abb. 6.6** dargestellt. Die ermittelten PM2.5-Immissionen im Untersuchungsgebiet sind für beide Untersuchungsfälle überwiegend vergleichbar. Nördlich der Bahnstrecke sind im Nahbereich der B 32 PM2.5-Konzentrationen bis 13 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Südlich der Bahnstrecke sind Jahresmittelwerte bis 14 µg/m<sup>3</sup> berechnet, so im Kreuzungsbereich mit der Leutkircher Straße. Im übrigen Untersuchungsgebiet weisen die ermittelten Jahresmittelwerte der PM2.5-Gesamtbelastung überwiegend zur angesetzten Hintergrundbelastung von 11 µg/m<sup>3</sup> vergleichbare Konzentrationen auf. Im Bereich des Frauentorplatzes am Messstandort des Luftqualitätsgutachtens des DWD für das Verkehrszentrum sind ebenfalls zur Hintergrundbelastung vergleichbare Jahresmittelwerte ermittelt.

Damit wird an der gesamten Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet in beiden Untersuchungsfällen sowohl der derzeit geltende Grenzwert der 39. BImSchV für PM2.5-Jahresmittelwerte von 25 µg/m<sup>3</sup> als auch der Richtgrenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von 20 µg/m<sup>3</sup> deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Mit Einhaltung des Richtgrenzwertes ist auch der Richtwert für Luftqualität in Kurorten deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

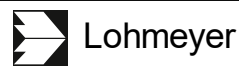
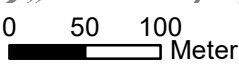


**Abb. 6.5** 20109-20-01  
 Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Prognosenußfall





**Abb. 6.6** 20109-20-01  
 Jahresmittelwerte der PM2.5-Konzentration in µg/m<sup>3</sup> für den Planfall





## 7 QUELLEN

### 7.1 Literatur

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962. (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004. (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 29, S. 1328), in Kraft getreten am 27. Juni 2020.
- Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.

- BERNARD (2017): B 32, Bahnübergangsbeseitigung - Verkehrsuntersuchung. Brenner BERNARD Ingenieure GmbH (BERNARD Gruppe ZT GmbH, Hall in Tirol, Österreich), Aalen, November, 2017.
- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu der Feinstaubfraktion PM<sub>2,5</sub> an den Immissionsschutz? Immissionsschutz 3/09.
- DB AG (2014): ABS 48 München-Lindau-Grenze D/A – Unterstellte Zugzahlen für die Ausbauplanung. DB Netz AG, Regionalbereich Süd. Mai 2014.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of the health impacts of exposure to PM<sub>2.5</sub> at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate change, June 2009.
- DHV & DTV (2017): Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für Heilbäder und Kurorte, Luftkurorte, Erholungsorte – einschließlich der Prädikatisierungsvoraussetzungen – sowie für Heilbrunnen und Heilquellen. 13. Auflage, Deutscher Heilbäderverband e.V. und Deutscher Tourismusverband e.V., November 2017.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO<sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO<sub>2</sub>-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (Februar 2011).
- DWD (2016): Amtliches Gutachten zur Luftqualität im Luftkurort Wangen im Allgäu. Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Freiburg. Gutachten im Auftrag von: Gästeamt der Stadt Wangen im Allgäu. September 2016.
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Kühlwein, J. (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation,

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.

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

LfU (2012-2020): Lufthygienischer Jahresbericht 2011-2019. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.

LfU (2021): Lufthygienischer Jahreskurzbericht 2020. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.

Lohmeyer (2012): Aktualisierung des MLuS 02 bzgl. Emission, Lärmschutzmodul, NO/NO<sub>2</sub>-Konversion, Vorbelastung und Fortschreibung 22. BImSchV - FE 02.0255/2004/LRB. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit von Institut für Energie und Umwelt, Heidelberg. Projekt 70405-07-10, Abschlussbericht vom Jan. 2012, Gutachten im Auftrag von: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

Lohmeyer (2019): B 32, Beiseitigung des Bahnübergangs in der Orstdurchfahrt Wangen im Allgäu – Luftschadstoffgutachten. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 63569-17-01, Abschlussbericht vom Mai 2019, Gutachten im Auftrag von: Regierungspräsidium Tübingen.

LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de) bzw. [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de).

LUBW (2012-2016, 2018): Kenngrößen der Luftqualität. Jahresdaten 2011-2016. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

LUBW (2019a, 2019b, 2021a): Luftqualität in Baden-Württemberg. Auswertung der Jahresdaten für 2017-2019. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

LUBW (2021b): Kurzüberblick Luftqualität Baden-Württemberg 2020. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, veröffentlicht 2013, Fassung 2020.

- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Böisinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhalte der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- RPT (2020): Verkehrsmonitoring Baden-Württemberg – Ergebnisse Bundesstraße 2019. Regierungspräsidium Tübingen, August 2020.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- TREMOT (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.3 / Mai 2017. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- UBA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.1 / September 2019. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.
- VDI 3787 Blatt 10 (2010): Umweltmeteorologie - Human-biometeorologische Anforderungen im Bereich Erholung, Prävention, Heilung und Rehabilitation. VDI Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, März 2010.

## 7.2 Materialien und Unterlagen

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

- Planungsdaten in Form von Lage- und Höhenplänen
- Digitales Geländemodell DGM5
- Luftbilder und digitale Karten DTK25
- Verkehrsgutachten (BERNARD ,2017)
- Aushangfahrpläne des Busbahnhofes Wangen

**A N H A N G A 1**  
**BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-**  
**STRASSEN**

## A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

### A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z. B. Stickoxide ( $\text{NO}_x$  als Summe von  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$  von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von  $\text{PM}_{10}$  und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für  $\text{PM}_{2.5}$ , Arsen, Kadmium, Nickel und

Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO <sub>2</sub>	Stundenmittelwert	200 µg/m <sup>3</sup> maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO <sub>2</sub>	Jahresmittelwert	40 µg/m <sup>3</sup>	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m <sup>3</sup> maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m <sup>3</sup>	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m <sup>3</sup>	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m <sup>3</sup>	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m <sup>3</sup>	seit 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

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

## A1.2 Vorsorgewerte

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



In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM<sub>2.5</sub>-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20%, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2020 erreicht werden.

### **A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen**

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

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM<sub>2.5</sub>-Richtgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 sollte dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft werden. Die Überprüfung steht derzeit noch aus.

**A N H A N G A 2**  
**BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG**  
**UND FEHLERDISKUSSION**

## **A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION**

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

### **A2.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS\_V**

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

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO<sub>2</sub> erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2006). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO<sub>2</sub>-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

### **A2.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS\_B**

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

Die Bebauungstypen werden unterschieden in Straßenschluchten mit ein- oder beidseitiger Randbebauung mit verschiedenen Gebäudehöhe-zu-Straßenschluchtbreite-Verhältnissen und unterschiedlichen Lückenanteilen in der Randbebauung. Unter Lückigkeit ist der Anteil nicht verbauter Flächen am Straßenrand mit (einseitiger oder beidseitiger) Randbebauung zu verstehen. Die Straßenschluchtbreite ist jeweils definiert als der zweifache Abstand zwischen Straßenmitte und straßennächster Randbebauung. Die **Tab. A2.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10% bis 30% geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen  $c$  zu

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

- wobei:  $c$  = Abgaskonzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
 $c^*$  = dimensionslose Abgaskonzentration  
 $Q$  = emittierter Schadstoffmassenstrom in  $\mu\text{g}/(\text{m}^*\text{s})$   
 $B$  = Straßenschluchtbreite in m beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung  
 $u'$  = Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der fahrzeuginduzierten Turbulenz in m/s

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS\_V für die Hintergrundbelastung und von PROKAS\_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

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

Tab. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

### A2.3 Fehlerdiskussion

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

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

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

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

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

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

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10% bis 20% für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

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

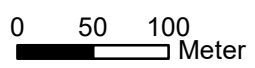
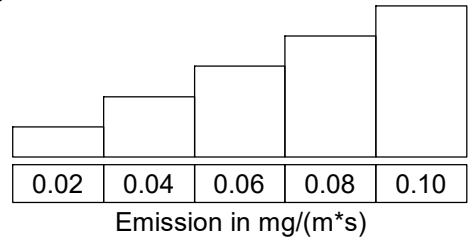
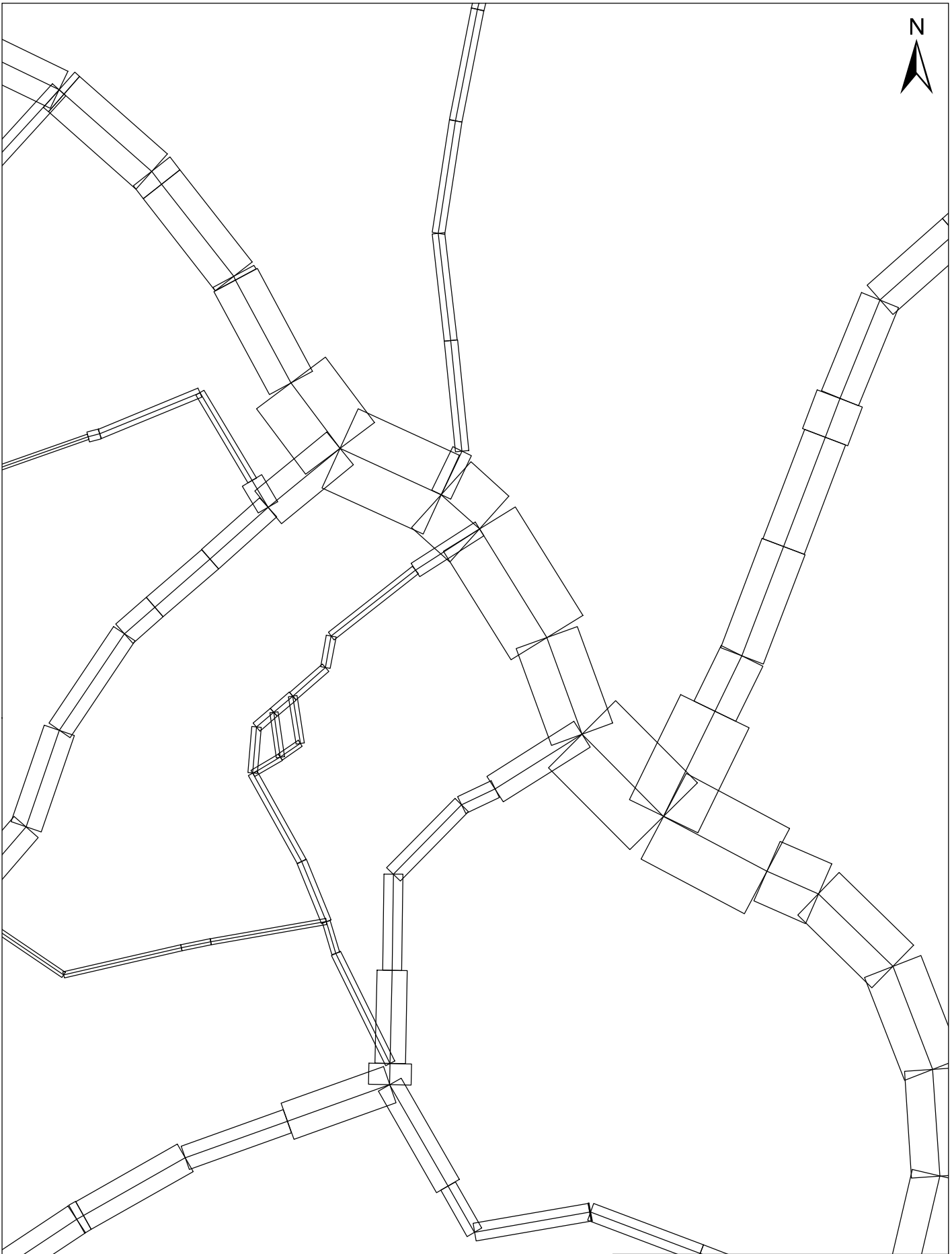
sprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/-20% aufweisen.

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


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

**A N H A N G A 3**  
**EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE**

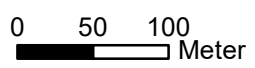
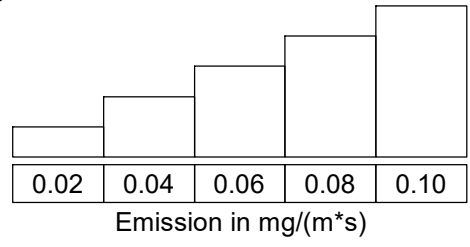
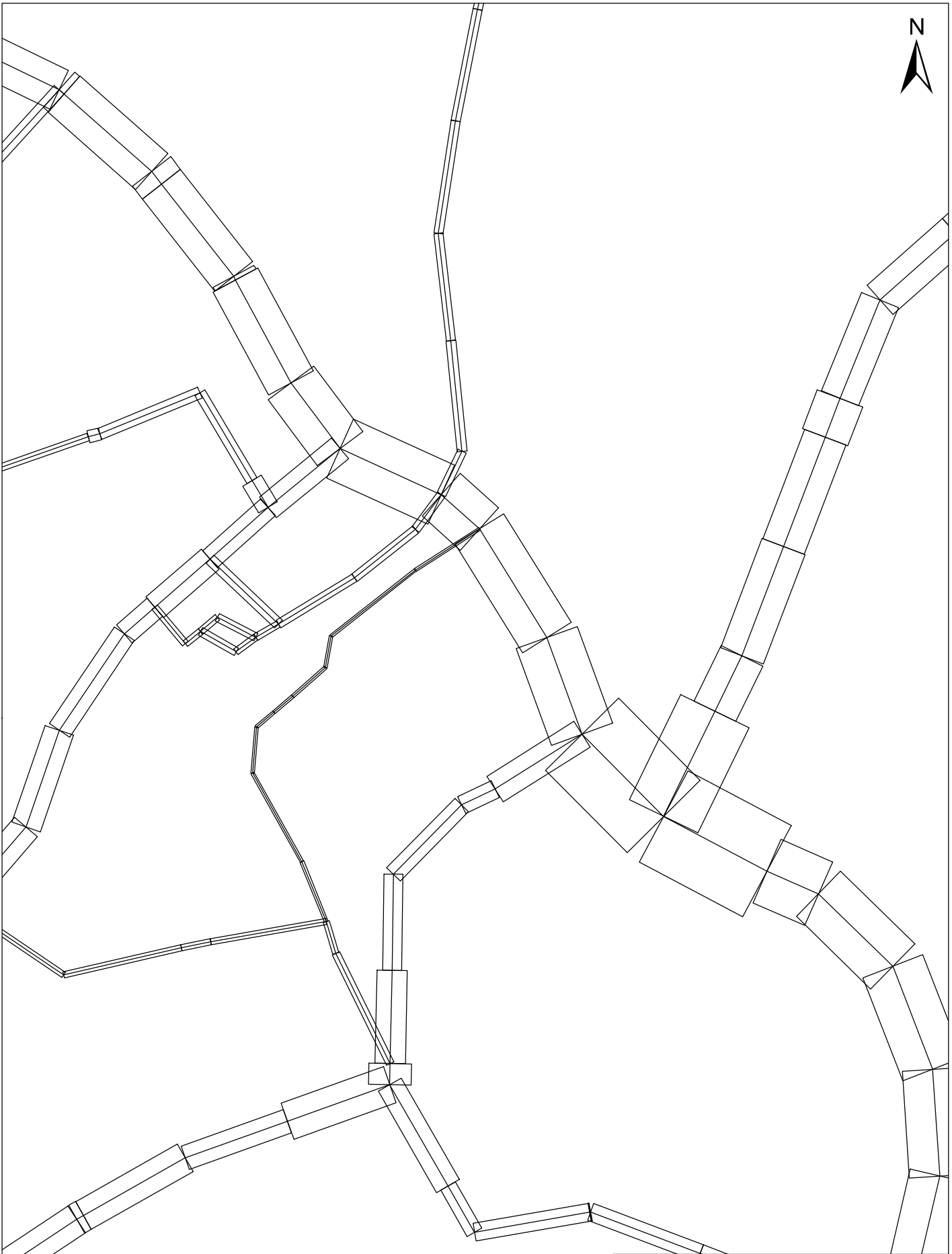





**Abb. A3.1** 20109-20-01  
 Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall



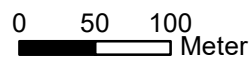
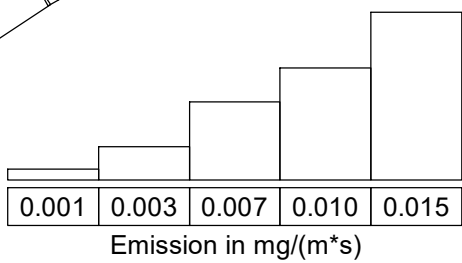
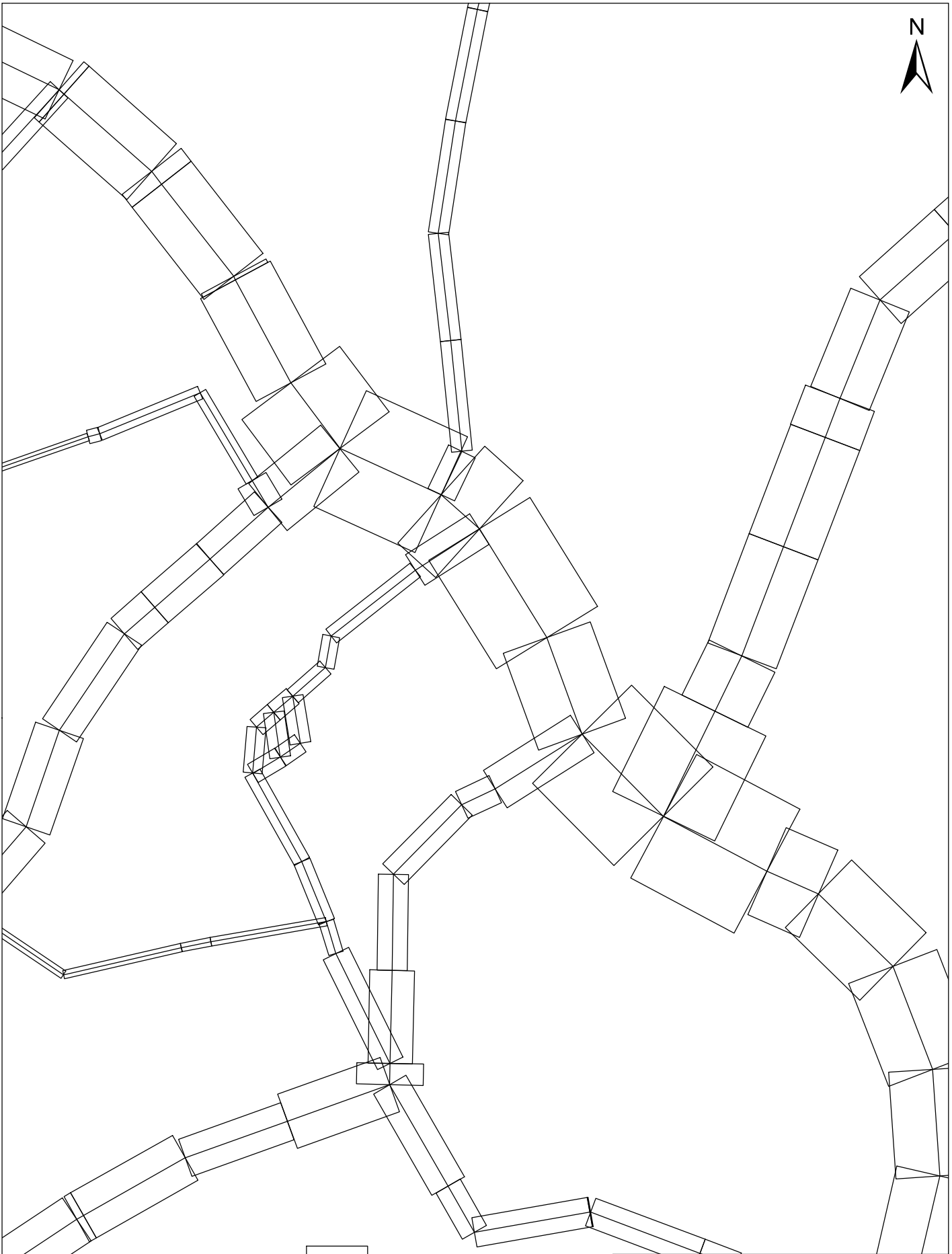
**Lohmeyer**



**Abb. A3.2** 20109-20-01  
 Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall



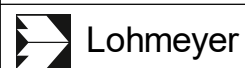
**Lohmeyer**

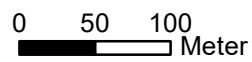
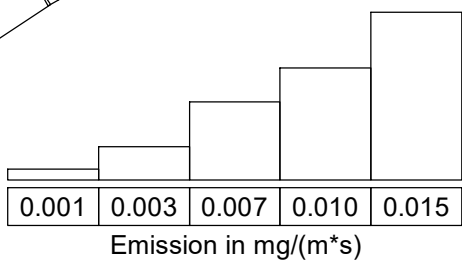
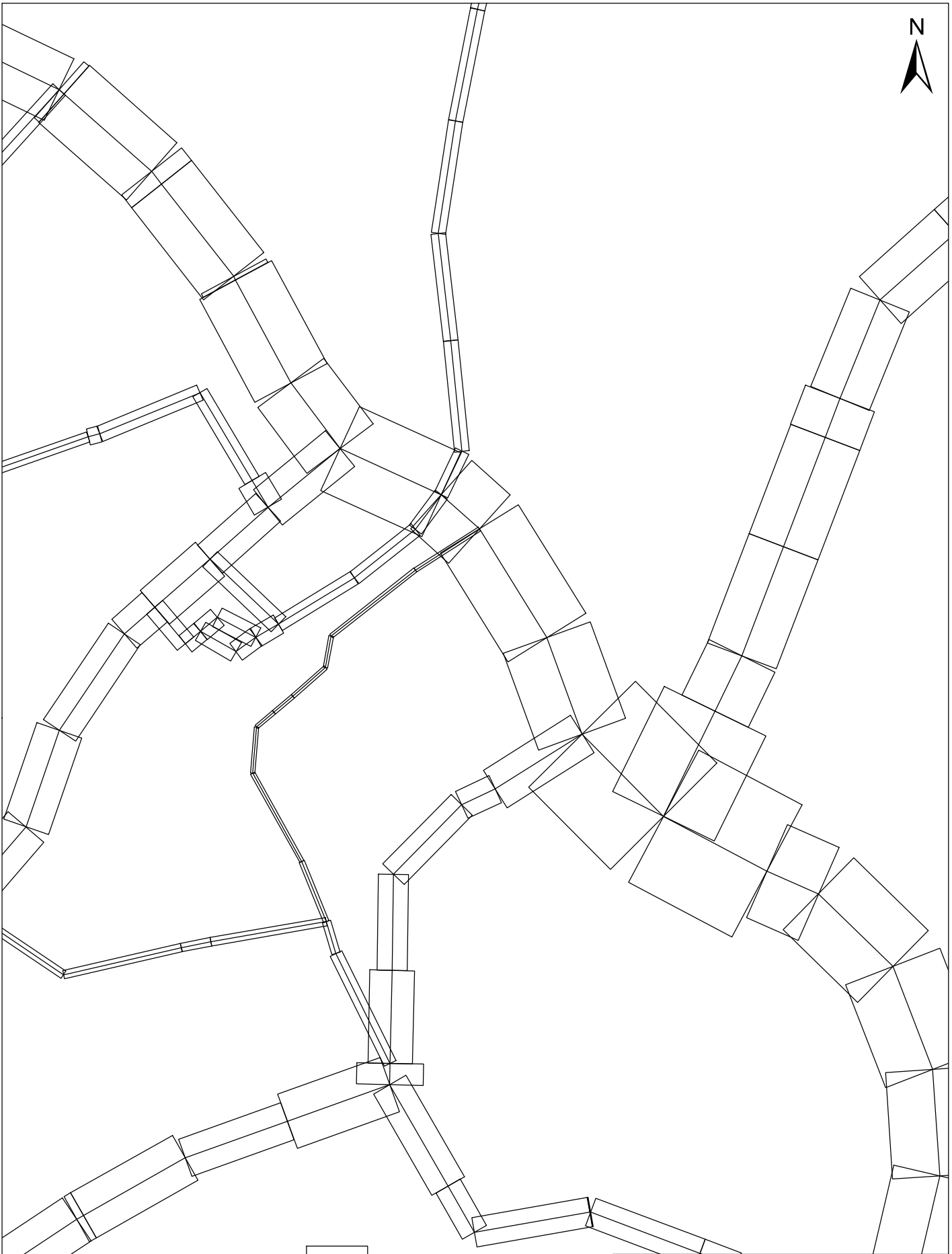


**Abb. A3.3**

20109-20-01

Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

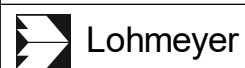


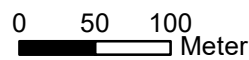
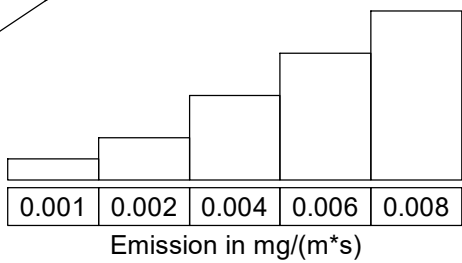
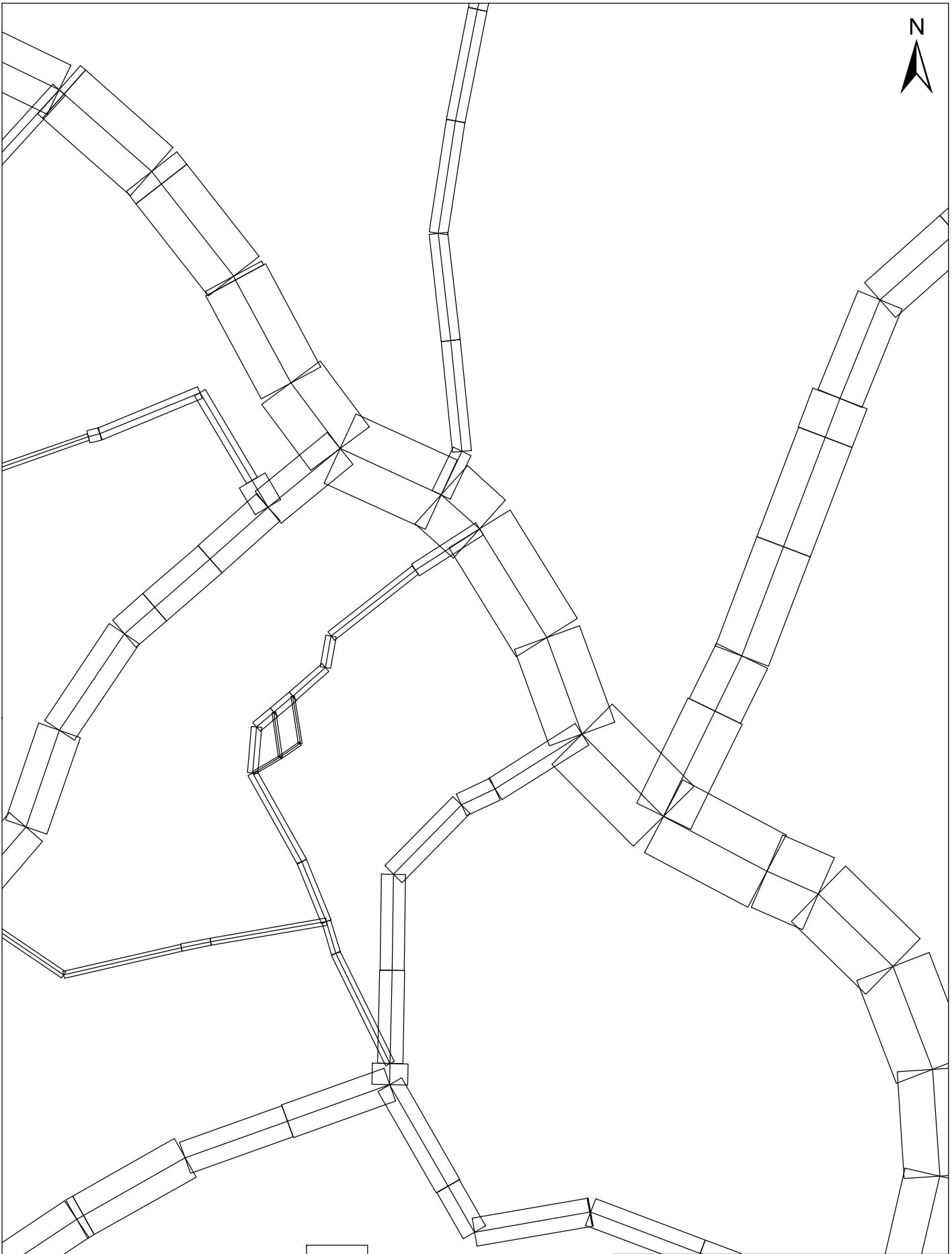


**Abb. A3.4**

20109-20-01

Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall





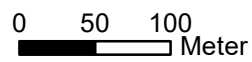
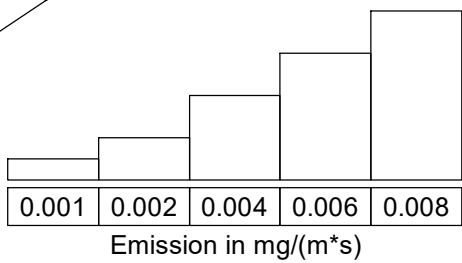
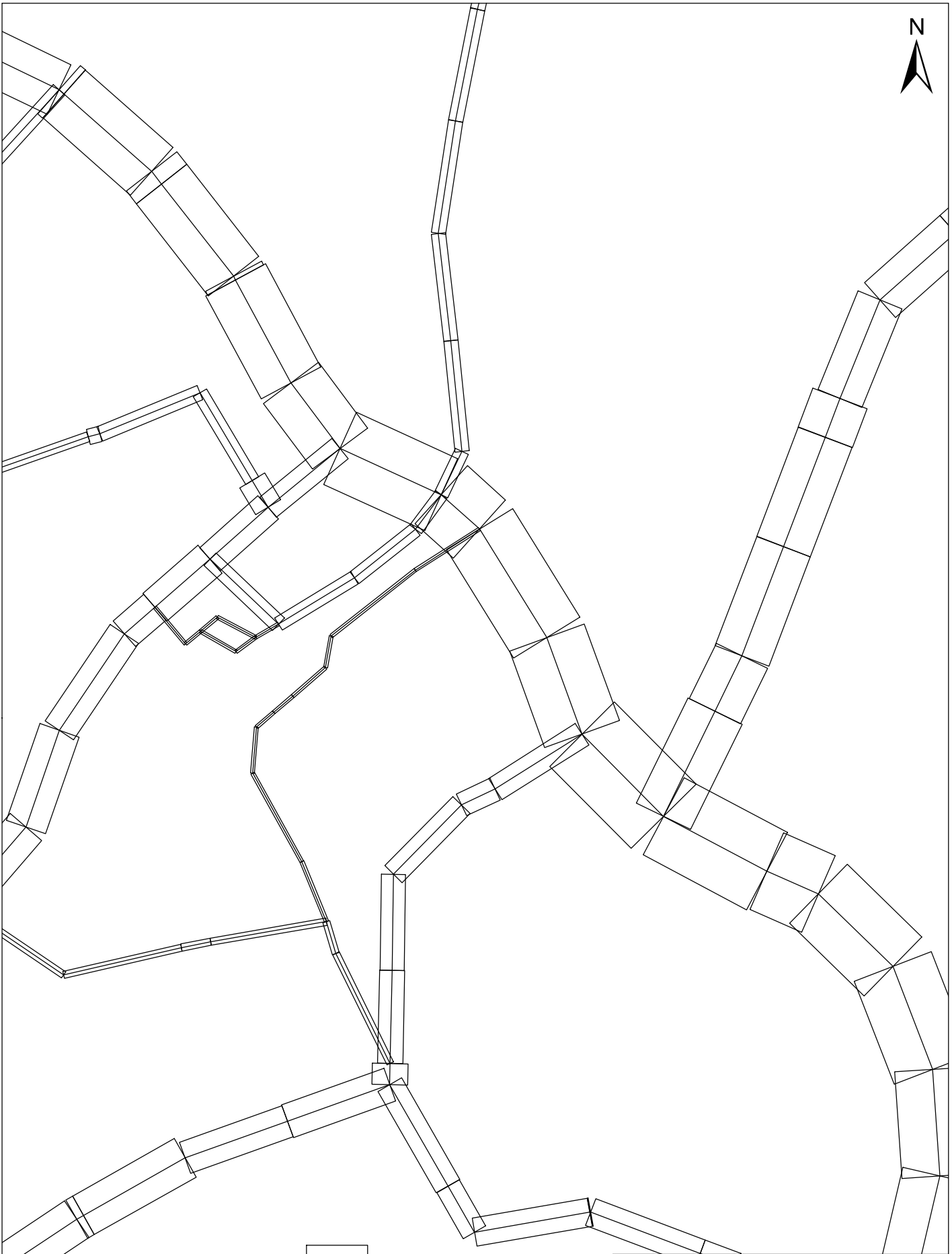
**Abb. A3.5**

20109-20-01

Mittlere PM2.5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall



Lohmeyer



**Abb. A3.6**

20109-20-01

Mittlere PM<sub>2.5</sub>-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

