

**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0

Telefax: +49 (0) 721 / 6 25 10 30

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Büroleiter: Dr.-Ing. Thomas Flassak

**BEBAUUNGSPLAN NR. 219
„JETTENHAUSER ESCH“
- LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN -**

Auftraggeber: Stadt Friedrichshafen
Amt für Stadtplanung und Umwelt
Charlottenstr. 12

88045 Friedrichshafen

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

Dr.-Ing. T. Flassak

März 2020
Projekt 63926-19-01
Berichtsumfang 54 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	6
3 VORGEHENSWEISE	7
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen	7
3.2 Berechnungsverfahren MISKAM	8
3.3 Überschreitungshäufigkeit der PM10-Tagesmittelwerte	9
4 EINGANGSDATEN	12
4.1 Lageplan	12
4.2 Verkehrsdaten	14
4.3 Meteorologische Daten	18
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung	20
5 EMISSIONEN	23
5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren	23
6 ERGEBNISSE	30
6.1 Stickstoffdioxid	30
6.2 Feinstaub (PM10)	35
7 LITERATUR	39
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	43
A2 FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG	47
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE	50

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

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

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe zum Beispiel Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV). 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 39. BImSchV fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO_2 -Konzentrationen von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 beziehungsweise 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 wird. 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 / PM_{10} / $\text{PM}_{2.5}$

Mit Feinstaub beziehungsweise PM_{10} / $\text{PM}_{2.5}$ werden alle Partikel bezeichnet, die einen gröbselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von $10 \mu\text{m}$ beziehungsweise $2.5 \mu\text{m}$ eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM_{10} -Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die $\text{PM}_{2.5}$ -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 Friedrichshafen ist im Stadtteil Jettenhausen die Neuerrichtung eines Stadtquartiers im Rahmen des Bebauungsplans Nr. 219 „Jettenhauser Esch“ geplant. Das Bebauungsplangebiet wird im Norden begrenzt durch die Pacellistraße bzw. im Nordwesten vorhandene zeilenförmige Wohnbebauung, im Westen durch die Wohnbebauung entlang der Werthmannstraße, im Süden durch die Wagershauser Straße und im Osten durch die Susostraße.

Im Rahmen der Bauleitplanung waren für das Vorhaben Aussagen zu den Auswirkungen auf die Luftschadstoffe erforderlich. Dabei war darzustellen, ob für die geplanten Nutzungen Konflikte mit Beurteilungswerten der Luftschadstoffe bestehen oder ob die Planungen zu wesentlichen Änderungen der Luftschadstoffbelastungen an benachbarten sensiblen Nutzungen führen. Die Beurteilung erfolgte nach der 39.BImSchV. Das beinhaltet die Betrachtung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe, für die in der 39. BImSchV Grenzwerte genannt sind, und die die jeweiligen Grenzwerte am deutlichsten ausschöpfen, was insbesondere auf Stickstoffdioxid (NO₂) und eingeschränkt auf Feinstaub (PM10) zutrifft.

Südlich des Bebauungsplangebiets und südlich der Wagershauser Straße befindet sich das östliche Portal des geplanten Tunnelbauwerks der vierstreifigen Neubaustrecke B 31neu im Abschnitt Immenstaad – Friedrichshafen/Wagershausen, die sich derzeit im Bau befindet und in der vorliegenden Untersuchung mit entsprechender Führung der Trasse in Tieflage berücksichtigt wurde.

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf den Straßen und durch den Betrieb der geplanten Tiefgaragen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM unter Berücksichtigung der Gebäudeumströmungen betrachtet. Aus den Verkehrsbelegungsdaten wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsdatenbank HBEFA4.1 (UBA, 2019) für das Bezugsjahr 2023 die Emissionen auf allen Straßenabschnitten berechnet.

Unter Berücksichtigung der lokalrepräsentativen Windstatistik und der aus Messungen abgeleiteten Luftschadstoffhintergrundbelastung werden Ausbreitungsrechnungen durchgeführt.

Ergebnisse

Die flächenhaften Ergebnisse der Immissionsprognose zeigen, dass die relativ höchsten Immissionen nur im direkten Nahbereich der betrachteten Straßen auftreten. Insgesamt sind

die höchsten Schadstoffbelastungen im Nahbereich der B 31 berechnet, insbesondere im Bereich des Ostportals des geplanten Tunnels Waggershausen.

Im Prognosenullfall ist die NO₂-Gesamtbelastung im Nahbereich der B 31 unter Berücksichtigung der Portalfreisetzung bis 55 µg/m³ ermittelt. Entlang der Waggershausener Straße sind NO₂-Immissionen über 26 µg/m³ und in den Kreuzungsbereichen vereinzelt bis 40 µg/m³ berechnet. Die an der zur Waggershausener Straße nächstgelegenen Wohnbebauung ermittelten NO₂-Immissionen sind geringer und im Kreuzungsbereich mit der Werthmannstraße vereinzelt bis 30 µg/m³ und sonst überwiegend bis 24 µg/m³ berechnet. Im weiteren Verlauf der Werthmannstraße sind am Fahrbahnrand vereinzelt NO₂-Immissionen bis 30 µg/m³ und an der Randbebauung der Werthmannstraße Jahresmittelwerte bis 24 µg/m³ abgeleitet. Für die übrige beurteilungsrelevante Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind überwiegend geringere NO₂-Gesamtbelastungen ermittelt, die gegenüber der Hintergrundbelastung von 21 µg/m³ nur geringfügig erhöht sind. Im Bereich der geplanten Grünfläche des Bebauungsplangebiets sind an den zur Waggershausener Straße nächstgelegenen Flächen vereinzelt NO₂-Immissionen bis 28 µg/m³ ermittelt, überwiegend sind für die geplante Grünfläche geringere Konzentrationswerte zwischen 21 µg/m³ und 24 µg/m³ berechnet.

Damit sind sowohl an der bestehenden Bebauung als auch im Bereich des Bebauungsplans Nr. 219 „Jettenhauser Esch“ NO₂-Jahresmittelwerte deutlich unter 40 µg/m³ (dem Grenzwert der 39. BImSchV) berechnet, womit gegen eine Bebauung der geplanten Grünfläche aus lufthygienischer Sicht keine Einwände vorliegen.

Im Planfall führen die geplanten Gebäude bodennah zu geänderten Windverhältnissen und die geplanten Nutzungen zu zusätzlichem Kfz-Verkehr. In der Umgebung der B 31 sind im Planfall NO₂-Jahresmittelwerte vereinzelt bis 57 µg/m³ berechnet. Am Fahrbahnrand der Waggershausener Straße sind in den Kreuzungsbereichen NO₂-Immissionen vereinzelt bis 44 µg/m³ berechnet. Dabei sind an der nächstgelegenen Wohnbebauung im Bereich der Kreuzung mit der Werthmannstraße NO₂-Jahresmittelwerte vereinzelt bis 33 µg/m³ und sonst vereinzelt bis 26 µg/m³ berechnet. Entlang der Werthmannstraße sind die NO₂-Immissionen am Fahrbahnrand im Planfall vereinzelt bis 36 µg/m³ prognostiziert; an der nächstgelegenen Wohnbebauung sind NO₂-Jahresmittelwerte vereinzelt bis 26 µg/m³ berechnet. An der übrigen bestehenden Wohnbebauung sind NO₂-Immissionen bis 24 µg/m³ berechnet.

An der geplanten Bebauung des Bebauungsplangebiets sind die relativ höchsten NO₂-Immissionen im Bereich der Zu- und Ausfahrten der geplanten Tiefgaragen ermittelt, die vereinzelt NO₂-Jahresmittelwerte bis 33 µg/m³ aufweisen. Sonst sind die NO₂-Immissionen geringer und an den zur Waggershausener Straße nächstgelegenen Gebäuden bis 26 µg/m³ und

sonst überwiegend bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Im vorgesehenen Außenbereich des geplanten Kindergartens liegen die NO_2 -Konzentrationswerte während Tagstunden unter $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Damit wird im Planfall an bestehender und an geplanter Wohnbebauung der Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ebenfalls deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Während den Nutzungszeiten des vorgesehenen Außenbereichs des geplanten Kindergartens wird dort der Grenzwert ebenfalls deutlich unterschritten.

Die PM_{10} -Immissionen sind an bereits bestehenden Wohngebäuden im Bereich der Kreuzung Waggerhauser Straße/Werthmannstraße PM_{10} -Jahresmittelwerte im Prognosenullfall bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Planfall bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An den geplanten Gebäuden des Bebauungsplans Nr. 219 „Jettenhauser Esch“ sind vereinzelt PM_{10} -Immissionen bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, so im Bereich einiger Zu- und Ausfahrten der geplanten Tiefgaragen. An den übrigen bestehenden und geplanten Wohngebäuden sind die PM_{10} -Jahresmittelwerte zur Hintergrundbelastung vergleichbar ermittelt, so auch im vorgesehenen Außenbereich des geplanten Kindergartens.

Damit wird in beiden Untersuchungsfällen der Grenzwert für PM_{10} -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowohl an der bereits bestehenden als auch der geplanten Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sehr deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel zur Ableitung der PM_{10} -Kurzzeitbelastung wird ebenfalls deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass im Bereich des beplanten Grundstücks die geltenden Grenzwerte der 39. BImSchV für NO_2 - und PM_{10} -Jahresmittelwerte deutlich nicht erreicht und nicht überschritten werden. Damit liegen für die geplante Bebauung des Grundstücks keine Einschränkungen vor. Mit der geplanten Nutzung ist eine gewisse Zunahme der Immissionen verbunden, allerdings sind weiterhin deutlich keine Konflikte mit den Beurteilungswerten zu erwarten, so auch im Bereich der bereits bestehenden Wohnbebauung. Die Umsetzung der Planung ist aus fachlicher Sicht nicht abzulehnen.

2 AUFGABENSTELLUNG

In Friedrichshafen ist im Stadtteil Jettenhausen die Neuerrichtung eines Stadtquartiers im Rahmen des Bebauungsplans Nr. 219 „Jettenhauser Esch“ geplant. Das Bebauungsplangebiet wird im Norden begrenzt durch die Pacellistraße bzw. im Nordwesten vorhandene zeilenförmige Wohnbebauung, im Westen durch die Wohnbebauung entlang der Werthmannstraße, im Süden durch die Wagershauser Straße und im Osten durch die Susostraße. Südlich des Bebauungsplangebiets und südlich der Wagershauser Straße befindet sich das östliche Portal des geplanten Tunnelbauwerks der vierstreifigen Neubaustrecke B 31neu im Abschnitt Immenstaad – Friedrichshafen/Wagershausen, die sich derzeit im Bau befindet.

Im Rahmen der Bauleitplanung sind für das Vorhaben Aussagen zu den Auswirkungen auf die Luftschadstoffe erforderlich. Dabei ist darzustellen, ob für die geplanten Nutzungen Konflikte mit Beurteilungswerten der Luftschadstoffe bestehen oder ob die Planungen zu wesentlichen Änderungen der Luftschadstoffbelastungen an benachbarten sensiblen Nutzungen führen. Die Beurteilung erfolgt nach der 39.BImSchV.

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 geplante Bebauung 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 NO₂ 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. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO₂, Kohlenmonoxid CO und Feinstaub PM2.5 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.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m ³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010)

3.2 Berechnungsverfahren MISKAM

Im Bereich des Bebauungsplangebiets wird die Situation im Hinblick auf die Luftschadstoffe durch die Lage am östlichen Portal des geplanten Tunnelbauwerkes der derzeit im Bau befindlichen B 31neu sowie durch die mit der geplanten Bebauung veränderten Durchlüftungsverhältnisse und damit die Ausbreitungsbedingungen im Bereich der an die Erschließungsstraßen angrenzenden bereits bestehenden Bebauung geprägt. Damit sind die Auswirkungen der Gebäudeumströmungen bei den Immissionsberechnungen zu berücksichtigen. Die Berechnungen erfolgen mit dem für solche Fragestellungen geeigneten mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM (Eichhorn, 1995). Grundlage der Simulationsrechnungen sind die digitalen Daten der bestehenden Bebauung nach Lage und Höhe. Die Lagedaten sind aktuellen Stadtkarten und digitalen Gebäudedaten mit Höhenangaben entnommen, die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden.

Die digital erfassten Gebäudekataster für den derzeitigen baulichen Zustand und die Planung werden für die Strömungsberechnungen in ein rechteckiges Rechengitter überführt. Die Ausdehnung des Rechengitters setzt die Vorgaben der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017) um. Das Rechengitter besteht aus 346 x 246 Boxen in horizontaler Richtung und umfasst eine Ausdehnung von circa 1 700 m x 1 150 m. Es wird ein nicht-äquidistantes Gitter verwendet, das in der Umgebung der Planung an der Bebauung eine feine horizontale Auflösung von 2 m aufweist und nach außen gröber wird. In vertikaler Richtung reicht das Gitter mit 43 Schichten bis in eine Höhe von 500 m über Grund, wobei die Schichten in Bodennähe mit 0.6 m fein aufgelöst sind. Das Rechengitter berücksichtigt einen Geländesockel, damit tiefer liegende Portalbereiche rechentechnisch berücksichtigt werden können. Mit diesen Daten werden Windfeldberechnungen für alle Anströmungsrichtungen entsprechend den Windrichtungsangaben der Windstatistik durchgeführt.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden für das entsprechende Bezugsjahr die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen 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. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht dem Stand der Technik. Sie basiert auf der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782, Blatt 7, 2003).

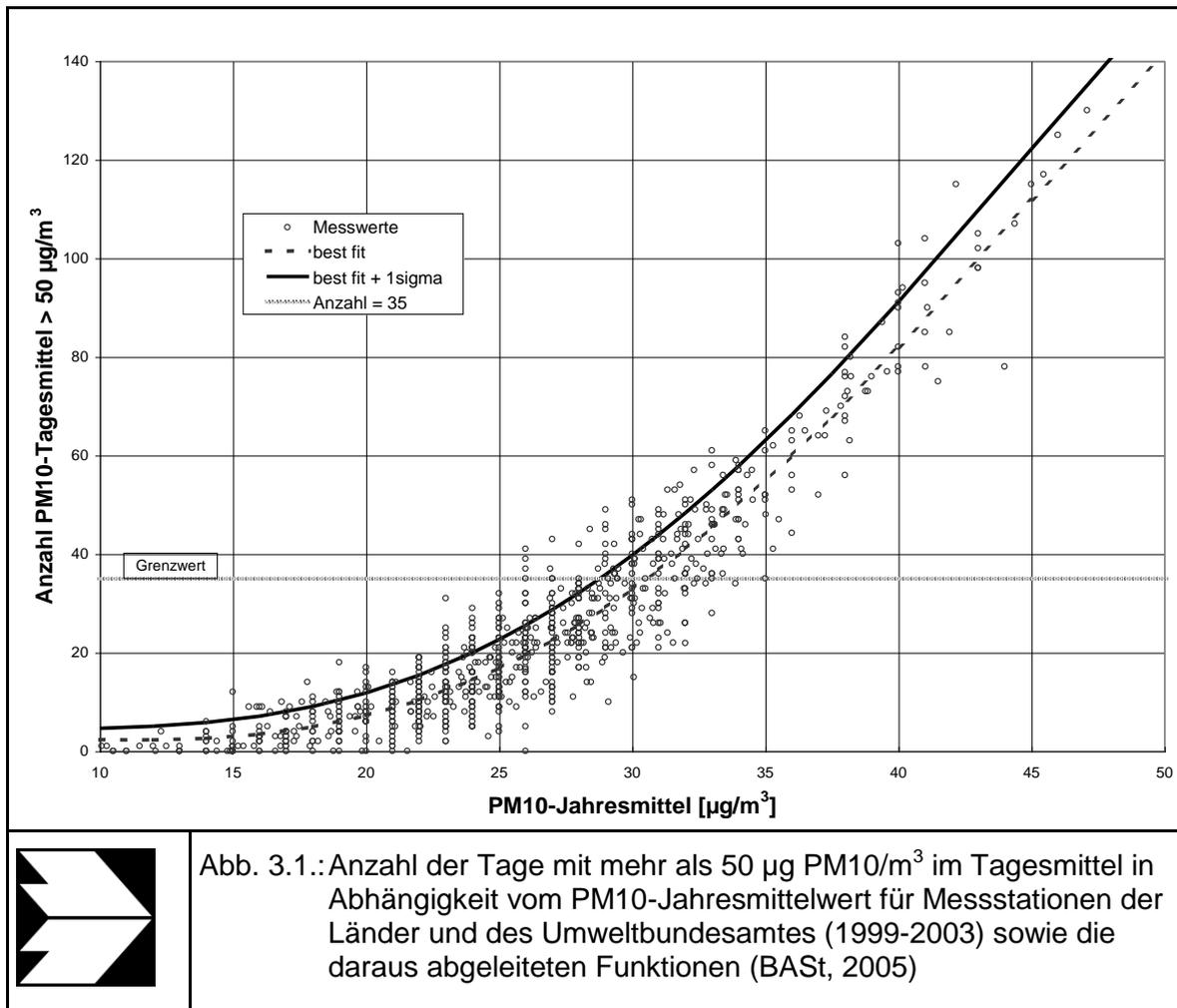
Die Emissionen werden in das Rechengitter übertragen und mit den oben erwähnten Windfeldern der Ausbreitungsrechnung mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell

dell MISKAM zugeführt. Unter Einbeziehung der Auftrittshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Für die Ermittlung der NO₂-Immissionen werden die verkehrsbedingten Direktmissionen und ein vereinfachtes Chemiemodell zur Abbildung der NO-NO₂-Konversion berücksichtigt (Düring et al., 2011).

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- beziehungsweise Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Standorten abgeschätzt.

3.3 Überschreitungshäufigkeit der PM10-Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für PM10 einen Tagesmittelwert von 50 µg/m³, der nur 35-mal im Jahr überschritten werden darf. 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/m³ 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



kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in **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/m³ 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/m³ 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 Vorge-

hensweise 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

4 EINGANGSDATEN

Für die Windfeld-, Emissions- und Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage und Höhe der bestehenden Bebauung, die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Für das Untersuchungsgebiet wurden die genannten Eingangsdaten durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Vereinbart wurde die Berücksichtigung einer aktuellen Planung für die Gebäude, um die Windfeldänderungen und die damit verbundene Beeinflussung der Luftschadstoffausbreitung für den vorgegebenen Planfall im Detail zu berücksichtigen

4.1 Lageplan

Das in **Abb. 4.1** dargestellte Untersuchungsgebiet mit dem Bebauungsplangebiet Nr. 219 „Jettenhauser Esch“ befindet sich am nordwestlichen Siedlungsbereich von Friedrichshafen und im Westen des Stadtteils Jettenhausen. Im überwiegend ebenen Untersuchungsgebiet ist die grau dargestellte bestehende Bebauung im Norden und Osten geprägt durch überwiegend zweigeschossige Wohnbebauung. Ein geringerer Anteil ist mehrgeschossige Wohnbebauung wie die Randbebauung der Susostraße und der nordöstlichen Pacellistraße, vereinzelt umfasst diese Bebauung bis 7 Geschosse. Im Westen des Untersuchungsgebiets befindet sich überwiegend zwei- bis dreigeschossige Wohnbebauung. Im Süden des Untersuchungsgebiets ist das Werksgelände der ZF Friedrichshafen AG mit Hallengebäuden und mit einem Mitarbeiterparkplatz gelegen.

Im Südosten des Untersuchungsgebiets befindet sich das Westportal des Riedleparktunnels der Bundesstraße B 31, die in diesem zweistreifig Bereich in einer Tieflage von ca. 5 m Tiefe verläuft. Die vierstreifige Fortführung der B 31 in nordwestlicher Richtung befindet sich derzeit in Bau. Dabei wird die B 31 zunächst über eine Strecke von ca. 600 m entlang des Betriebsgeländes der ZF Friedrichshafen AG weiter in Tieflage geführt, im weiteren Verlauf schließt der ca. 700 m lange Tunnel Waggerhausen an. Diese Planungen für die B 31 mit Tieflage mit entsprechendem Geländeeinschnitt werden in dieser Untersuchung berücksichtigt.

Nördlich des Ostportal des sich in Bau befindlichen Tunnels Waggerhausen befindet sich das Plangebiet des Bebauungsplans N 219 „Jettenhauser Esch“. Die derzeit unbebaute Grünfläche wird im Norden begrenzt durch die Pacellistraße bzw. im Nordwesten vorhandene zeilenförmige Wohnbebauung, im Westen durch die Wohnbebauung entlang der Werthmannstraße, im Süden durch die Waggerhauser Straße und im Osten durch die Susostra-

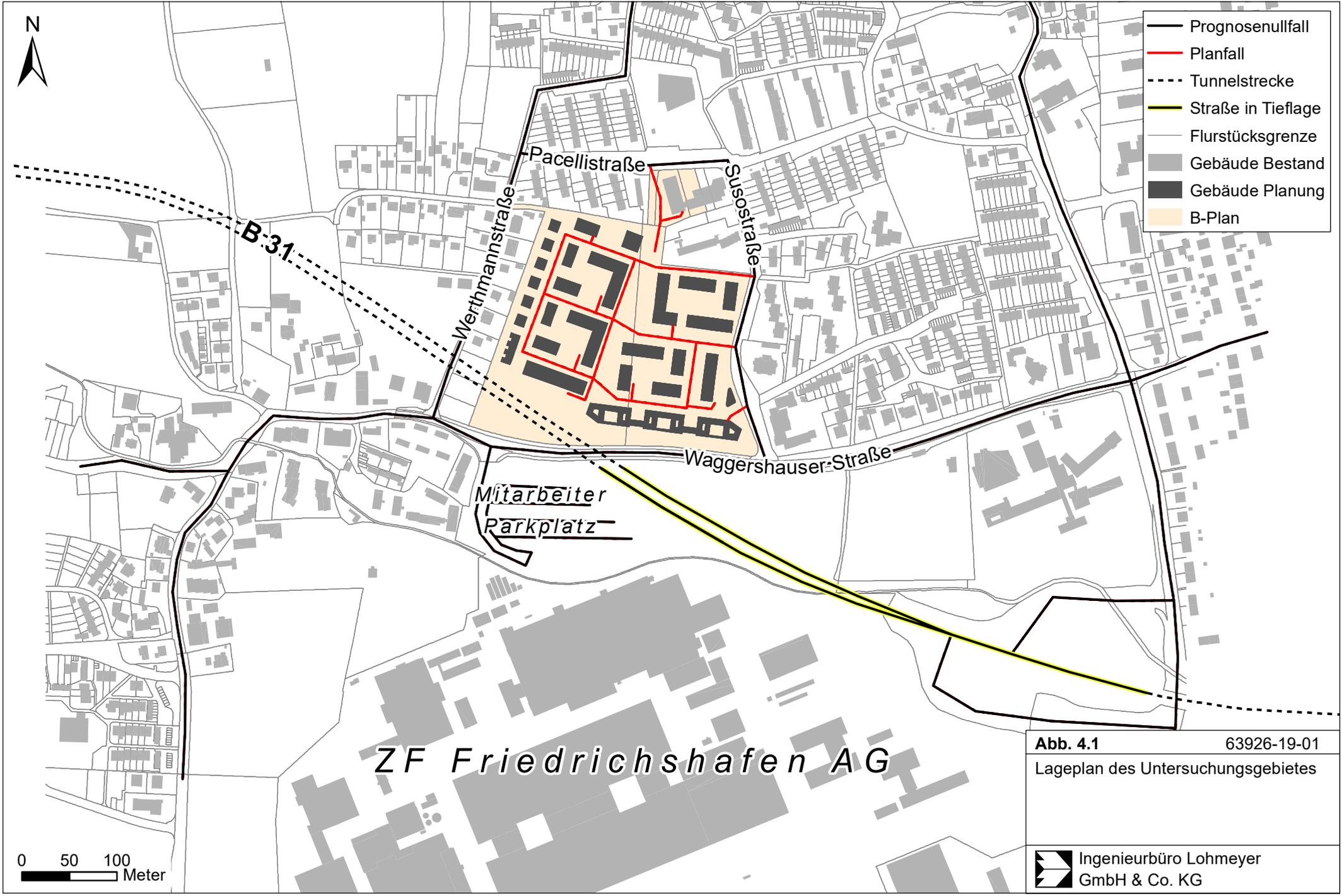


Abb. 4.1 63926-19-01
Lageplan des Untersuchungsgebietes

ße. Im Rahmen des Bebauungsplans ist im Plangebiet die Neuerrichtung eines Stadtquartiers mit mehreren Bauquartieren überwiegend mit Wohnnutzungen vorgesehen. Die **Abb. 4.2** zeigt eine Detaildarstellung des Bebauungsplangebiets mit den 9 Bauquartieren. Die einzelnen Bauquartiere sind durch die geplanten Fahrwege abgegrenzt. Die dunkelgrau dargestellte geplante Bebauung des Bauquartiers A ist im Westen des Plangebietes zweigeschossig vorgesehen, das ist die zur Werthmannstraße nächstgelegene geplante Bebauung. Die übrige geplante Bebauung ist drei- bis viergeschossig, dabei ist im südöstlichen Bereich des Bauquartiers E der Außenbereich eines geplanten Kindergartens vorgesehen. Im Nordosten des Planvorhabens ist ein Supermarkt mit Tiefgarage sowie mit oberirdischen Stellplätzen geplant.

Die inneren Straßen des geplanten Stadtquartiers sind im Osten an die Susostraße angebunden, dabei ist der nördliche Anschluss nur als Einbahnstraße zur Ausfahrt aus dem Plangebiet vorgesehen. Die verkehrliche Anbindung des geplanten Supermarktes ist aus Norden über die Pacellistraße vorgesehen. Entsprechend den Planunterlagen sind die inneren Straßen zum Teil als verkehrsberuhigte Bereiche vorgesehen und sollen überwiegend autofrei bleiben, um eine hohe Aufenthaltsfunktion zu gewährleisten.

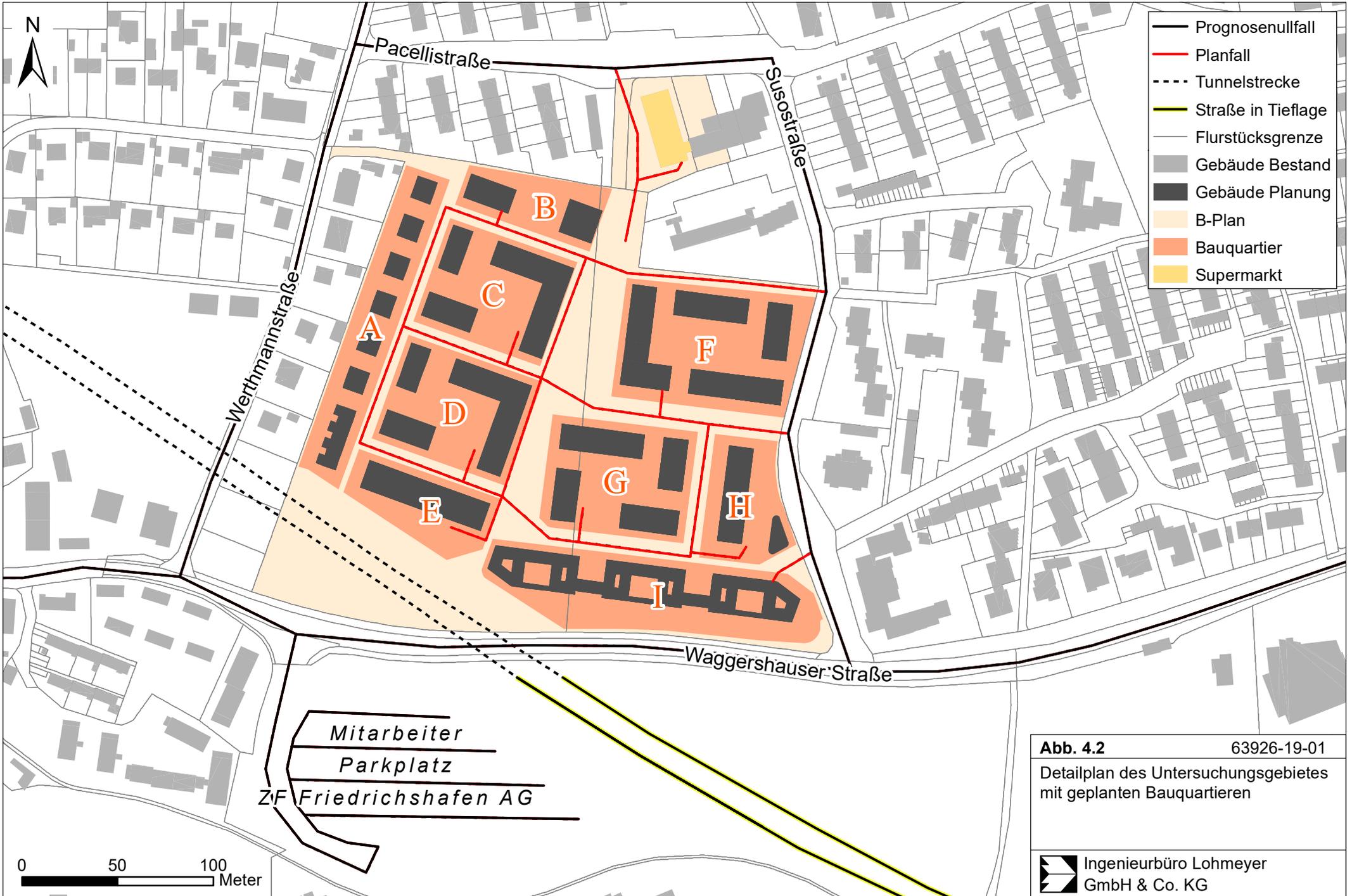
Für die westlichen zweigeschossigen Wohngebäude sind für die Anwohner oberirdische Stellplätze geplant. Für die übrigen Gebäude sind Tiefgaragenplätze vorgesehen, dabei ist für jedes Bauquartier je eine Tiefgarage geplant, die an die Kellergeschosse der geplanten Gebäude angebunden ist. Mit Ausnahme der Tiefgarage des südöstlichsten Bauquartiers, dessen Zufahrt direkt über die Susostraße erfolgt, sind die übrigen geplanten Tiefgaragen an die inneren Straßen des Plangebiets angeschlossen.

Folgende Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Prognosenullfall:** Bestehendes Straßennetz im Untersuchungsgebiet mit Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030
- **Planfall:** Bestehendes Straßennetz unter Berücksichtigung des Planvorhabens und den damit verbundenen Verkehrsänderungen für das Prognosejahr 2030

4.2 Verkehrsdaten

Die durch die brenner BERNARD ingenieure GmbH ermittelten Angaben über das Verkehrsaufkommen im Prognosejahr 2030 wurden durch den Auftraggeber in Form von Auszügen aus dem Entwurf des Verkehrsentwicklungsplans der Stadt Friedrichshafen zur Verfügung gestellt. Die Untersuchungsunterlagen umfassen Angaben zu durchschnittlichen werktäglichen



chen Verkehrsstärken (DTVw) in Form der Verkehrsbelastung des Gesamtverkehrs (Kfz/24h). In den Unterlagen werden für den Schwerverkehr (SV) keine Angaben zu den prozentualen SV-Anteilen genannt. Diese wurden alternativ auf der Grundlage von Zählenden des Verkehrsmonitorings Baden-Württemberg für das Jahr 2018 abgeleitet.

Die **Abb. 4.3** zeigt die Verkehrsbelegungsdaten für den Prognosefall, dabei sind die Angaben für die vierstreifigen Abschnitte der B 31 fahrtrichtungsfein dargestellt. Das Verkehrsaufkommen auf dem Mitarbeiterparkplatz der ZF Friedrichshafen AG wird auf Grundlage der Stellplätze abgeschätzt. Die Anzahl von 700 Stellplätzen wird den vom Auftraggeber übergebenen Unterlagen entnommen und eine dreifache Wechselrate pro Werktag angenommen.

Im Planfall sind die geplanten Nutzungen mit zusätzlichen Kfz-Verkehren verbunden. Diese werden auf Grundlage der geplanten Stellplätze im Stadtquartier und den Angaben der Parkplatzlärmstudie (LfU, 2007) abgeschätzt. Die übergebenen Stellplatzanzahlen im Plangebiet und die daraus abgeleitete durchschnittliche Anzahl von Parkvorgängen sind in **Tab. 4.1** dargestellt.

Stellplatzart	Stellplätze	Anzahl der Parkvorgänge
Privat	432	500
Öffentlich	34	260
Supermarkt oberirdisch	39	330
Supermarkt Tiefgarage	21	180

Tab. 4.1: Stellplatzkapazität der geplanten Parkplätze und Tiefgaragen und damit verbundene durchschnittliche Anzahl von Parkvorgängen pro Tag

Die Auswirkungen der planungsbedingten zusätzlichen Kfz-Verkehre werden auf Grund nicht verfügbarer Verteilungen im Straßennetz auf den umliegenden Straßen in Form einer Maximalabschätzung hinsichtlich der Schadstoffbeiträge geprüft. Dabei wird berücksichtigt, dass die Parkvorgänge mit je einer An- und Abfahrt verbunden sind. Für die Zu- und Abfahrten der Stellplätze und des Supermarktes werden die abgeschätzten Fahrten auf den entsprechenden geplanten Straßenabschnitten verteilt.

Die beschriebenen Verkehrsdaten aus dem Prognosejahr 2030 werden für das Bezugsjahr 2023 angewendet, dem Jahr der frühestmöglichen Fertigstellung wesentlicher Teile des Vorhabens. Diese Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren entspricht damit einer konservativen Vorgehensweise.

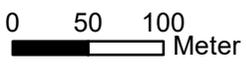
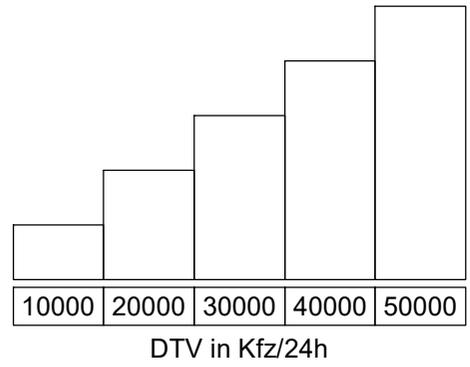
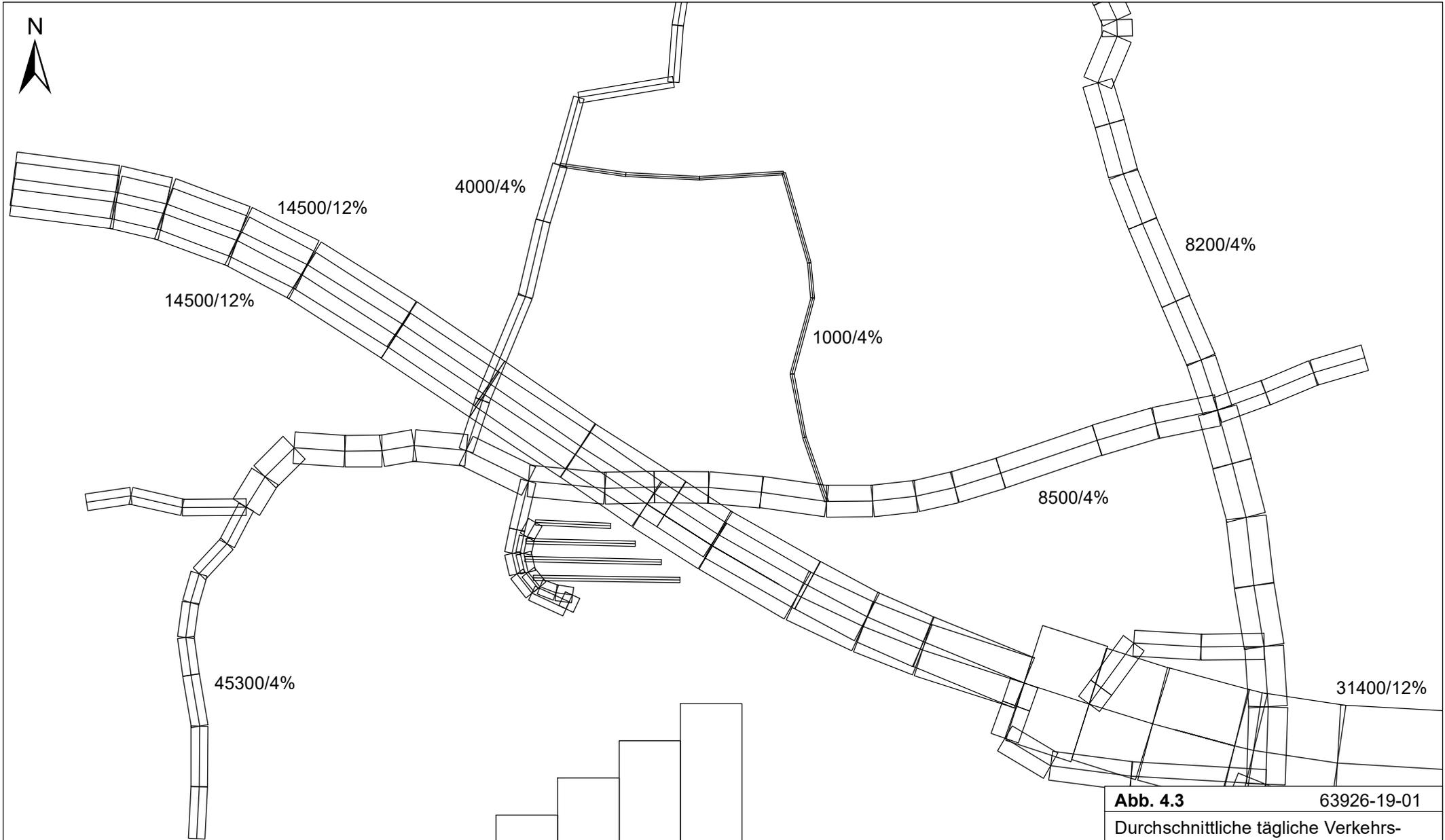


Abb. 4.3 63926-19-01
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Prognoseullfall



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

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 Waggerhauser Straße (K 7740) im Bereich des Untersuchungsgebiets. (RPT, 2019).

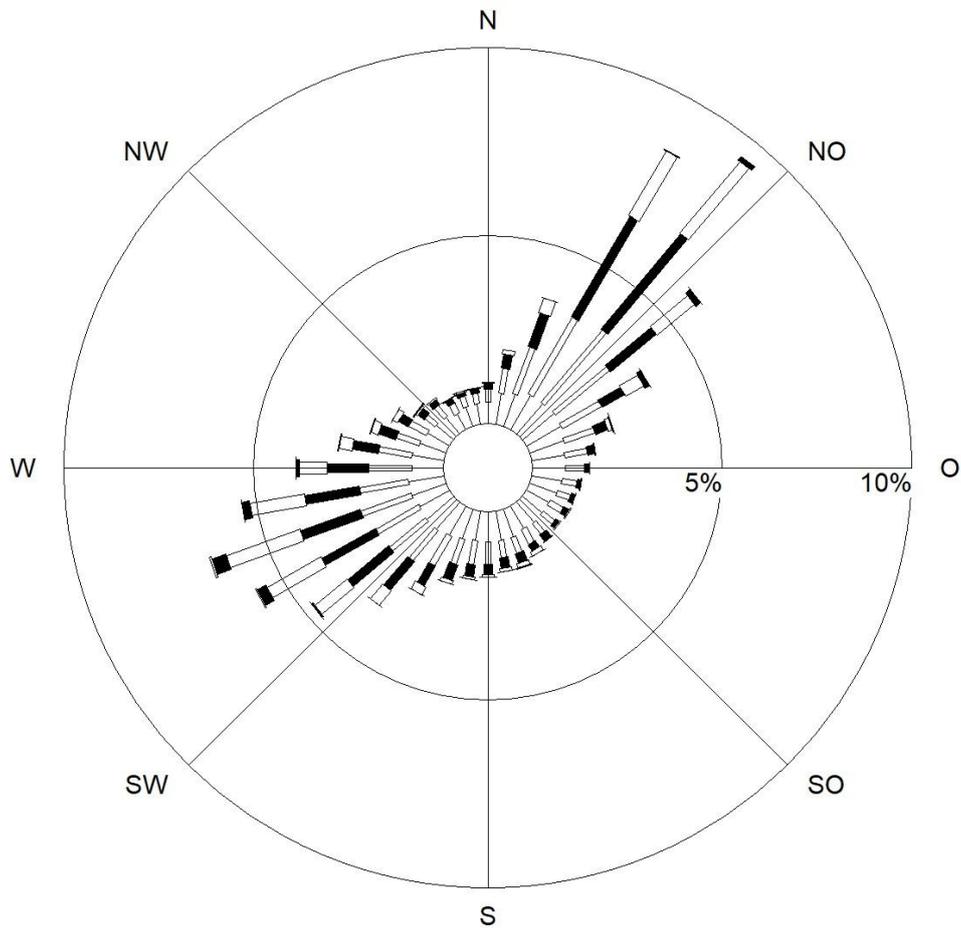
4.3 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Jahreskennwerte der Schadstoffimmissionen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell unter Berücksichtigung der Bebauung werden repräsentative Winddaten benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit der Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

Der nächstgelegene Standort mit aktuellen Windmessdaten befindet sich ca. 2.5 km südöstlich des Plangebiets an der Messstation Friedrichshafen. Dort werden durch den Deutschen Wetterdienst meteorologische Messungen auf der Wasserfläche des Bodensees in ca. 400 m Abstand zum Ufer durchgeführt. Die dort erfasste Windrichtungsverteilung ist durch nordöstlichen Richtungssektor geprägt, südwestliche Richtungen bilden ein zweites Maximum. Durch die umliegenden Wasserflächen ist die mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe mit 3.5 m/s erfasst und für Landoberflächen als sehr hoch einzustufen. Daher können die an der DWD-Station Friedrichshafen erfassten Windmessdaten nicht als repräsentativ für das Untersuchungsgebiet am nordwestlichen Siedlungsbereich von Friedrichshafen angesehen werden.

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 2008-2017 sind in **Abb. 4.4** dargestellt und weisen im Bereich des Untersuchungsgebiet eine zur DWD-Station Friedrichshafen vergleichbare Windrichtungsverteilung auf. Mit einer mittleren Windgeschwindigkeit im entsprechenden Rasterquadrat von ca. 2.5 m/s und können die auf Reanalysen basierenden Winddaten als repräsentativ für das Untersuchungsgebiet betrachtet werden und werden für die Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung der Rauigkeiten im Untersuchungsgebiet angewendet.

Windverteilung in Prozent



Station	: Reanalyse	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10.0 m	I : 11.4 %	▨	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 2.5 m/s	II : 29.3 %	■	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1 : 31.1 %	▨	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 15.9 %	■	7.0 bis 10 m/s
		IV : 8.3 %	▨	größer 10 m/s
		V : 4.0 %		

Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung im Untersuchungsgebiet, basierend auf Reanalysedaten für dem Zeitraum 2008-2017 (Quelle: DWD).

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 Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) betreibt das Messnetz für Luftschadstoffe in Baden-Württemberg, in Bayern betreibt das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) das Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern. In den jährlichen Berichten über die Immissionsmesswerte sind unter anderem Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LfU, 2011-2019; LUBW, 2011-2016, 2018, 2019a, 2019b). Die Werte für 2019 sind derzeit in Form von Kurzauswertungen veröffentlicht (LfU, 2020; LUBW, 2020).

Die vorliegenden Daten der dem Untersuchungsgebiet umliegenden Messstationen sind auszugsweise in **Tab. 4.2** aufgeführt. Die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegene Station Friedrichshafen befindet sich in ca. 1.5 km südöstlicher Entfernung im zentralen Stadtgebiet und ist ca. 100 m von der nächstgelegenen stärker befahrenen Straße entfernt. Die dort erfassten Kenngrößen der Luftqualität sind nur gering durch verkehrsbedingte Beiträge beeinflusst. In ca. 20 km südöstlicher Entfernung werden im zentralen Stadtgebiet von Lindau Luftqualitätsmessungen durch das LfU durchgeführt. Durch die Lage in einem Wohngebiet weisen die dort in den letzten Jahren erfassten Messdaten nur geringe verkehrsbedingte Beiträge auf. An der Messstation Konstanz, ca. 20 km südwestlich des Untersuchungsgebiets gelegen, werden im südlichen Stadtbereich Luftqualitätsmessungen in einem Wohngebiet abseits von Hauptverkehrsstraßen mit entsprechend geringen verkehrsbedingten Beiträgen durchgeführt. Die Messstation Bad Hindelang/Oberjoch befindet sich ca. 70 km südöstlich des Untersuchungsgebiets; die dort erfassten Kennwerte der Luftqualität weisen geringe Belastungswerte des regionalen Hintergrundes auf. Im Stadtgebiet von Reutlingen in ca. 90 km nordwestlicher Richtung finden Luftqualitätsmessungen an der Lederstraße statt; durch die Lage an der stark befahrenen Hauptverkehrsstraße weisen die dort erfassten Kennwerte deutliche verkehrsbedingte Beiträge auf.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Friedrichshafen	Lindau (Bodensee) Friedrichshafener Straße	Konstanz	Bad Hindelang/Oberjoch	Reutlingen Lederstraße Ost (S)
NO ₂ Jahresmittel (µg/m ³)	2010	24	31	23	-	88
	2011	24	29	20	11	84
	2012	24	27	22	7	79
	2013	26	27	22	7	72
	2014	25	23	22	5	71
	2015	26	24	23	6	70
	2016	23	24	20	6	66
	2017	23	24	21	7	60
	2018	21	22	20	7	53
	2019	21	22	19	8	46
PM10 Jahresmittel (µg/m ³)	2010	20	24	23	-	41
	2011	19	24	20	9	37
	2012	18	22	19	8	34
	2013	19	22	19	8	38
	2014	17	17	16	7	31
	2015	17	18	17	8	29
	2016	15	16	15	7	28
	2017	15	15	15	7	28
	2018	16	16	16	9	23
	2019	14	14	14	7	21
PM10-Überschreitungstage (Anzahl)	2010	18	24	14	-	82
	2011	4	26	9	0	67
	2012	9	14	9	2	61
	2013	13	19	11	0	79
	2014	9	9	7	1	24
	2015	2	3	3	0	33
	2016	2	2	1	0	22
	2017	8	6	5	0	25
	2018	4	5	3	0	11
	2019	1	1	0	0	10

Tab. 4.2: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LfU, 2011-2020; LUBW, 2011-2020)

Neben den Messdaten des Landesmessnetzes sind im Internet Informationen über modellierte Flächenmittel der sogenannten Immissionsvorbelastung für NO₂ und PM10 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 NO₂- und PM10-Jahresmittelwerte der Station Friedrichshafen in **Tab. 4.2**, die sich im zentralen Siedlungsbereich befindet, vergleichbar zu den modellierten Flächenmitteln im zentralen Stadtbereich. Im Bereich des Untersuchungsgebiets am nordwestlichen Siedlungs-

rand sind die modellierten NO₂-Flächenmittel um einige wenige µg/m³ geringer; für PM10 sind die Unterschiede geringer. Weiter zeigen die prognostizierten Flächenmittel für das Jahr 2020 eine deutliche Reduktion der Immissionsvorbelastung für NO₂ um circa 30 % gegenüber 2010. Die zeitliche Entwicklung der beobachteten Jahresmittelwerte an den in **Tab. 4.2** aufgelisteten Messstationen weisen mit Ausnahme der Stationen in Lindau und Reutlingen seit 2010 nur geringfügige Abnahmen der NO₂-Jahresmittelwerte auf und deuten solch eine Reduktion nicht an.

Auf Grundlage der Messwerte an der Messstation Friedrichshafen sowie den Zusammenhängen der modellierten Flächenmittel im zentralen Stadtbereich und am nordwestlichen Siedlungsrand wird unter Berücksichtigung der zeitlichen Entwicklung der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für NO₂ von 21 µg/m³ und für PM10 von 16 µg/m³ abgeleitet. In **Tab. 4.3** sind die angesetzten Werte für die Schadstoffhintergrundbelastung dargestellt.

Schadstoff	Jahresmittelwert in µg/m ³
NO ₂	21
PM10	16

Tab. 4.3: Abgeleitete Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2019/2023

Für das Chemiemodell zur Beschreibung der NO-NO₂-Konversion (Düring et al., 2011) wird in Orientierung an die Messungen an den umliegenden Stationen der letzten Jahre eine Hintergrundbelastung für Ozon von 41 µg/m³ angesetzt.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der oben angegebenen Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Für das zu betrachtende Prognosejahr zeigen Abschätzungen (RLuS 2012) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen für NO₂ um circa 7 % und für PM10 um circa 4 %. 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

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM10 erreicht, weshalb diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet werden. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO₂, CO, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer und werden deshalb hier nicht betrachtet.

5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten sowie für jeden Luftschadstoff sogenannte 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 der Partikel (PM10 und PM2.5) setzen sich hingegen 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, 2003).

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet, das gegenüber Version 3.3 (UBA, 2017) u. a. neue NO_x-Angaben für Diesel-Kfz und für NH₃ differenziertere Angaben zu Freisetzungen durch LKW berücksichtigt.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugarten PKW, INfz, LKW und Busse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),

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

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2019) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israël et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden. Im HBEFA4.1 sind auch nicht motorbedingte Emissionsfaktoren für Feinstaub enthalten.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, soweit dieser Prozess in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen relevant wird. Für die kleineren Entfernungen sind die sekundären Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

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:

AB120:	Autobahn, Tempolimit 120 km/h
AB80:	Autobahn, Tempolimit 80 km/h
AO-HVS80:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h
IOS-HVS50d:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IOS-HVS50g:	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IOS-NS30:	Städtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h
IOS-NS30d:	Städtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

IOS-NS30s: Städtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stop- & Go-Verkehr

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 berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet die an der DWD-Station Friedrichshafen-Unterraderach erfassten stündlichen Zeitreihen der Lufttemperatur im Zeitraum 2009-2018 mit einer mittleren Temperatur von 10.1 °C (Quelle: DWD).

Das HBEFA enthält keine gesonderten Emissionsfaktoren für die Verkehrssituation von verkehrsberuhigten Bereichen. Daher wird für alle inneren Straßen im Bebauungsplangebiet die Verkehrssituation „IOS-NS30“ herangezogen.

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2023 aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Steigungs- und Gefällestrecken sowie Gegenverkehrsstrecken mit Steigung. Steigungstrecken werden gekennzeichnet durch vorangestelltes „+“-Zeichen, Gefällestrecken durch „-“ Zeichen und Gegenverkehrsstrecken durch „_“-Zeichen.

Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt. Die Emissionen werden auf der Grundlage übergebenen Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030 im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit für das Bezugsjahr 2023 berechnet.

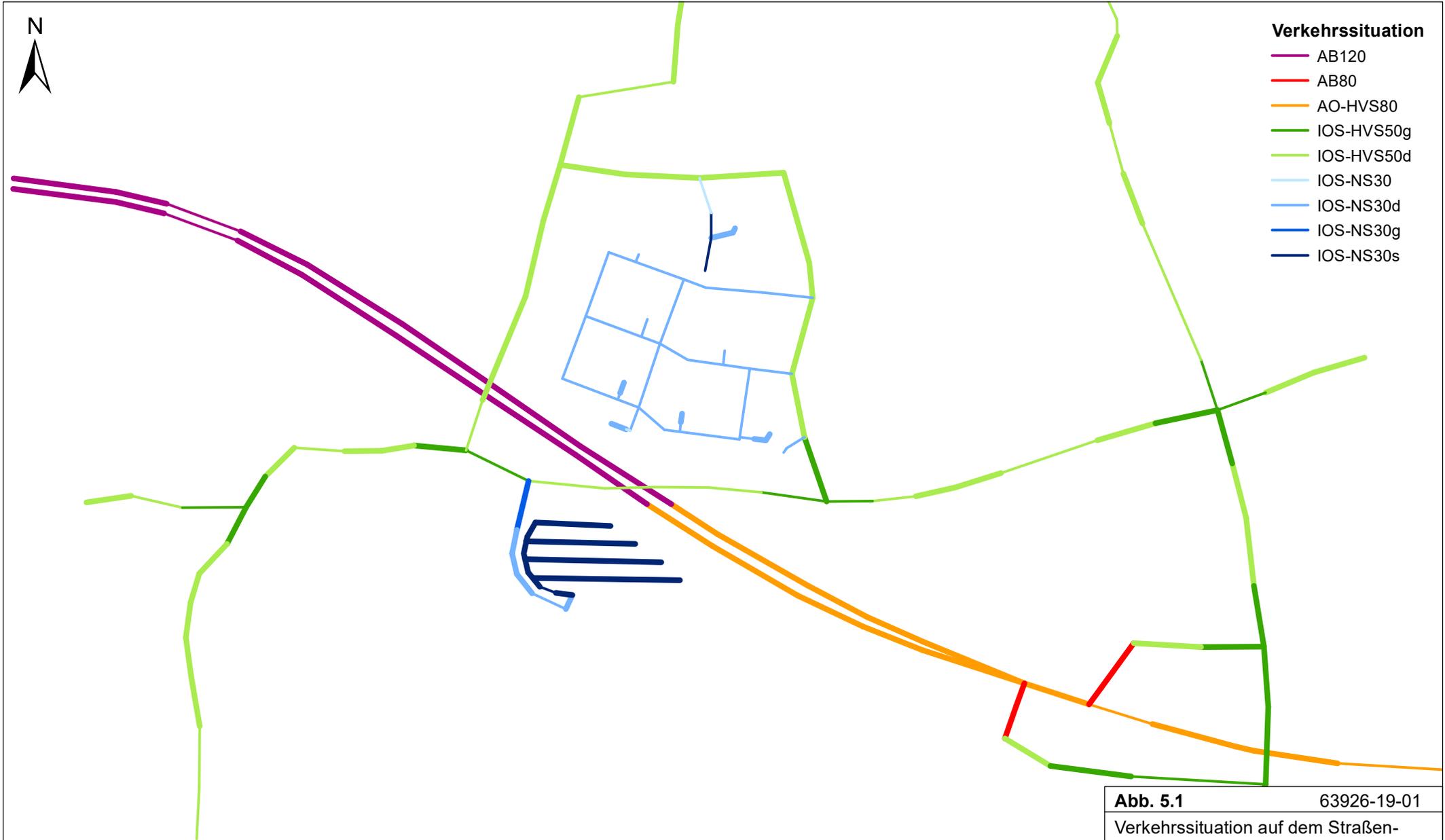
Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren 2023 je Kfz in g/km									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW)	NO _x		PM10 / PM2.5 (nur Abgase)		PM 10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)		NO ₂ direkt	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
AB120	122.0	0.347	0.696	0.0035	0.0154	0.030	0.130	0.009	0.044	0.112	0.153
AB120-2	122.0	0.210	1.031	0.0026	0.0052	0.030	0.130	0.009	0.044	0.067	0.260
AB120-4	122.0	0.125	0.306	0.0021	0.0024	0.030	0.130	0.009	0.044	0.040	0.073
AB120+2	122.0	0.577	0.898	0.0050	0.0156	0.030	0.130	0.015	0.068	0.189	0.175
AB120+4	122.0	0.946	1.281	0.0077	0.0220	0.030	0.130	0.015	0.068	0.312	0.246
AB80_2	82.8	0.215	1.059	0.0020	0.0114	0.030	0.130	0.015	0.068	0.068	0.244
AB80_4	82.8	0.286	0.775	0.0024	0.0122	0.030	0.130	0.009	0.044	0.092	0.155
AO-HVS80	76.1	0.214	0.939	0.0020	0.0165	0.030	0.130	0.009	0.044	0.068	0.201
AO-HVS80-2	76.1	0.138	1.164	0.0014	0.0076	0.030	0.130	0.009	0.044	0.043	0.278
AO-HVS80-4	76.1	0.092	0.518	0.0010	0.0042	0.030	0.130	0.015	0.068	0.028	0.120
AO-HVS80+2	76.1	0.327	1.120	0.0028	0.0210	0.030	0.130	0.015	0.068	0.105	0.220
AO-HVS80+4	76.1	0.493	1.393	0.0039	0.0215	0.030	0.130	0.015	0.068	0.160	0.255
AO-HVS80_2	76.1	0.232	1.142	0.0021	0.0143	0.030	0.130	0.009	0.044	0.074	0.249
IOS-HVS50d	36.0	0.342	2.296	0.0064	0.0255	0.033	0.358	0.009	0.044	0.103	0.492
IOS-HVS50d_2	36.0	0.355	2.133	0.0065	0.0256	0.033	0.358	0.009	0.044	0.107	0.464
IOS-HVS50d_4	36.0	0.382	1.809	0.0067	0.0259	0.033	0.358	0.009	0.044	0.116	0.387
IOS-HVS50d_6	36.0	0.439	1.730	0.0071	0.0277	0.033	0.358	0.009	0.044	0.135	0.358
IOS-HVS50g	23.4	0.397	4.363	0.0069	0.0380	0.039	0.700	0.015	0.068	0.120	1.005
IOS-HVS50g_2	23.4	0.408	4.266	0.0070	0.0368	0.039	0.700	0.015	0.068	0.124	0.983
IOS-HVS50g_4	23.4	0.437	3.945	0.0073	0.0370	0.039	0.700	0.015	0.068	0.134	0.906
IOS-NS30	28.8	0.323	3.050	0.0068	0.0356	0.026	0.280	0.015	0.068	0.085	0.670
IOS-NS30d	23.3	0.351	3.768	0.0071	0.0368	0.034	0.500	0.010	0.046	0.094	0.843
IOS-NS30d_2	23.3	0.359	2.950	0.0071	0.0371	0.034	0.500	0.010	0.046	0.096	0.636
IOS-NS30d_4	23.3	0.372	2.491	0.0072	0.0393	0.034	0.500	0.010	0.046	0.100	0.531
IOS-NS30d_6	23.3	0.404	2.372	0.0074	0.0420	0.034	0.500	0.010	0.046	0.110	0.505
IOS-NS30g_2	15.1	0.452	5.081	0.0081	0.0444	0.044	1.200	0.010	0.046	0.127	1.158
IOS-NS30s	9.6	0.510	8.590	0.0089	0.0677	0.044	1.200	0.015	0.068	0.145	1.998
IOS-NS30s_2	9.6	0.523	7.949	0.0090	0.0685	0.044	1.200	0.015	0.068	0.150	1.836
IOS-NS30s_4	9.6	0.541	7.042	0.0091	0.0690	0.044	1.200	0.015	0.068	0.156	1.609

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2023



Verkehrssituation

-  AB120
-  AB80
-  AO-HVS80
-  IOS-HVS50g
-  IOS-HVS50d
-  IOS-NS30
-  IOS-NS30d
-  IOS-NS30g
-  IOS-NS30s



0 50 100
Meter

Abb. 5.1	63926-19-01
Verkehrssituation auf dem Straßennetz für den Planfall. Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

5.2 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ 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_x und PM_{10} im Bezugsjahr 2023 dargestellt.

Tab. 5.3 zeigt exemplarisch für einen Abschnitt der Waggerhauser Straße südlich des Plangebiets die Verkehrsdaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für das Bezugsjahr 2023. Im Planfall führt die fortführend zu den in Kap. 4.2 genannten Grundlagen angesetzte Verkehrszunahme um 30 % zu ca. 30 % höheren Schadstofffreisetzungen.

	DTV _w in Kfz/24h	Lkw- Anteil in %	Verkehrssitua- tion	mittlere Emissionsdichte in mg/(m*s)		
				NO _x	NO ₂ direkt	PM10
Prognosenullfall	8 500	4.0	IOS-HVS50d	0.038	0.011	0.0048
Planfall	11 100	4.0	IOS-HVS50d	0.050	0.014	0.0063

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die Waggerhauser Straße im Untersuchungsgebiet.

Für den Betrieb der geplanten Tiefgaragen werden aus den Angaben der Parkhausplanungen grob mittlere Fahrlängen abgeschätzt. Die in Verbindung der täglichen Parkvorgänge in den Tiefgaragen (**Tab. 4.1**) so ermittelten Gesamtemissionen sind in **Tab. 5.3** aufgeführt.

	Stellplätze	NO _x	NO ₂ direkt	PM10
Bauquartier B	20	1.93	0.52	0.16
Bauquartier C	55	5.65	1.51	0.49
Bauquartier D	55	5.65	1.51	0.49
Bauquartier E	21	1.30	0.35	0.12
Bauquartier F	86	11.34	3.02	1.00
Bauquartier G	59	7.17	1.91	0.63
Bauquartier H	24	2.06	0.55	0.18
Bauquartier I	85	15.56	4.13	1.41
Supermarkt	21	10.86	2.88	1.00

Tab. 5.3: Mittlere tägliche Schadstofffreisetzung in den geplanten Tiefgaragen in g/Tag.

Die innerhalb der Tiefgaragen freigesetzten Luftschadstoffe werden im Planfall unter Annahme einer natürlichen Be- und Entlüftung anteilig im Bereich der Zu- und Ausfahrten sowie der Lüftungsöffnungen verteilt, dabei werden die Entlüftungsöffnungen der Tiefgaragen entsprechend der Garagenverordnung - GaVO (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1997) umgesetzt.

Die innerhalb der Tunnelstrecken freigesetzten Luftschadstoffe werden in den betrachteten Untersuchungsfällen anteilig im Bereich der Tunnelportale verteilt.

6 ERGEBNISSE

Im Untersuchungsgebiet, d.h. im Plangebiet wurden Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. 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 wird der kleinste Wert der entsprechend angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Beurteilungsrelevante Kenngrößen sind einheitlichen Farben zugeordnet. Damit werden die derzeit geltenden Grenzwerte für NO₂ und PM10 von 40 µg/m³ im Jahresmittel mit roter Farbe belegt; der PM10-Schwellenwert von 29 µg/m³ im Jahresmittel zur Ableitung des PM10-Kurzzeitwertes wird mit gelber Farbe belegt.

Die Auswertung der berechneten Immissionen erfolgt für die dargestellte Auswertehöhe von 1.5 m über dem Gelände, der „Nasenhöhe“ der sich im Freien aufhaltenden Passanten beziehungsweise dem Eingangs- und Hofbereich der Wohngebäude. Mit zunehmender Höhe sind die ermittelten Schadstoffimmissionen geringer.

6.1 Stickstoffdioxid

Die für den Prognosenullfall berechneten Jahresmittelwerte der NO₂-Immissionen sind in **Abb. 6.1** dargestellt. Die NO₂-Immissionen im Untersuchungsgebiet sind durch die verkehrsbedingten Beiträge der Bundesstraße B 31 geprägt und führen zu flächenhaft erhöhten NO₂-Jahresmittelwerten führen. In der Umgebung des östlichen Portals des Tunnels Waggerhausen sind dabei unter Berücksichtigung der Portalfreisetzungen zum Teil NO₂-Immissionen über 40 µg/m³ und bis 55 µg/m³ ermittelt. Im Nahbereich der Waggerhauser Straße sind NO₂-Gesamtbelastungen über 26 µg/m³ ermittelt, die im Kreuzungsbereich mit der Susostraße Jahresmittelwerte bis 36 µg/m³ und im Kreuzungsbereich mit der Werthmannstraße bis 40 µg/m³ aufweisen. Im weiteren Verlauf der Werthmannstraße sind die NO₂-Immissionen vereinzelt bis 30 µg/m³ berechnet. Im Bereich der übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind die verkehrsbedingten Beiträge geringer und führen überwiegend zu NO₂-Immissionen bis 24 µg/m³.

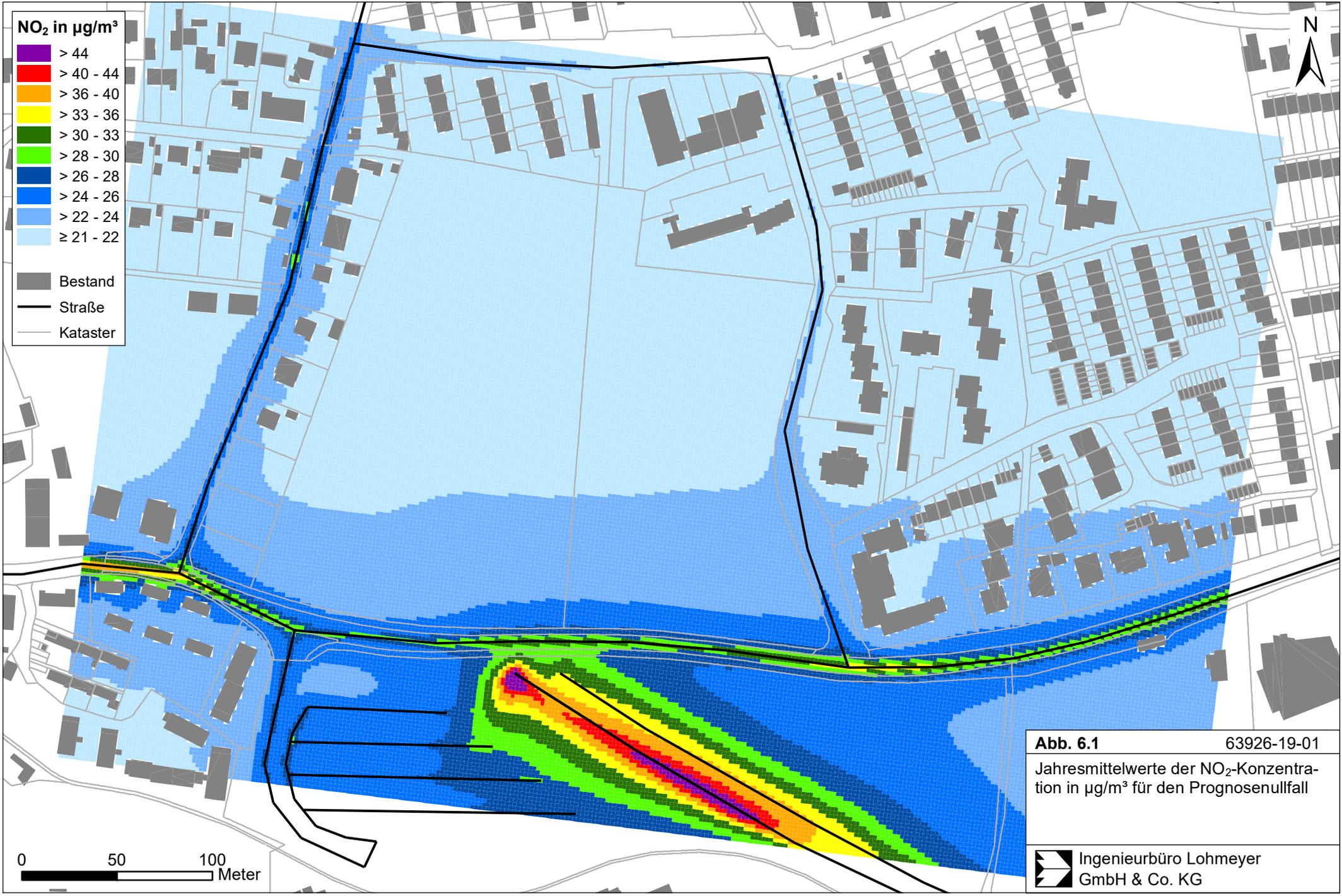


Abb. 6.1 63926-19-01
 Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ für den Prognosenullfall


 Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG

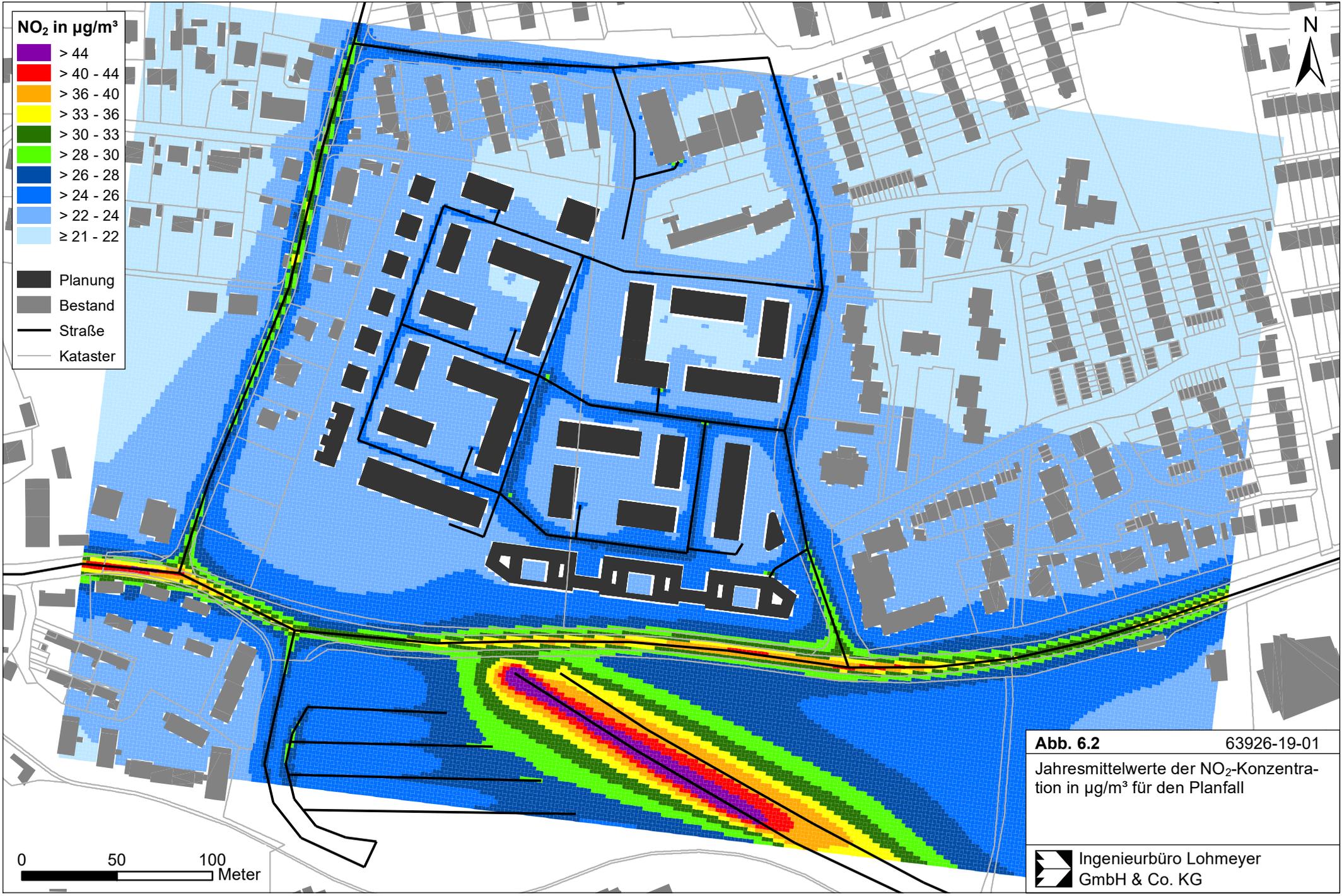
Im Bereich der beplanten Grünfläche des Bebauungsplans Nr. 219 „Jettenhauser Esch“ sind an den südlichen zur Wagershauser Straße nächstgelegenen Bereichen bis in einen Abstand von ca. 18 m NO₂-Immissionen über 24 µg/m³ und vereinzelt bis 28 µg/m³ berechnet. Für die übrigen Bereiche sind die NO₂-Gesamtbelastungen geringer, überwiegend unterscheiden sich dabei die ermittelten Jahresmittelwerte nur geringfügig von der angesetzten NO₂-Hintergrundbelastung von 21 µg/m³.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, zum Beispiel Wohngebäuden, führen. Im südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebiets sind an der zur Kreuzung Wagershauser Straße/Werthmannstraße nächstgelegenen Wohnbebauung NO₂-Immissionen bis 30 µg/m³ berechnet. Im östlichen Bereich des Untersuchungsgebiets sind an der zur Wagershauser Straße nächstgelegenen Wohnbebauung NO₂-Jahresmittelwerte bis 24 µg/m³ ermittelt, vergleichbare Konzentrationswerte sind an der zur Werthmannstraße nächstgelegenen Wohnbebauung berechnet. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind überwiegend geringere NO₂-Gesamtbelastungen ermittelt, die sich nur geringfügig von der Hintergrundbelastung von 21 µg/m³ unterscheiden.

Damit wird an der bestehenden Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet der derzeit geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Für das Bebauungsplangebiet mit ermittelten NO₂-Jahresmittelwerten vereinzelt bis 28 µg/m³ liegen aus lufthygienischer Sicht in Bezug auf den Grenzwert der 39. BImSchV für NO₂-Jahresmittelwerte gegen eine Bebauung des beplanten Grünfläche keine Einwände vor.

Im Planfall (**Abb. 6.2**) führen die geplanten Gebäude bodennah zu geänderten Windverhältnissen und die geplanten Nutzungen zu zusätzlichem Kfz-Verkehr. In Folge erhöhen sich die NO₂-Konzentrationen entlang den Hauptverkehrsstraßen sowie der Zufahrtsstraßen des Bebauungsplangebiets. Dabei sind in der Umgebung des Portals des Tunnels Wagershausen Konzentrationswerte vereinzelt bis 57 µg/m³ prognostiziert. Im Nahbereich der Wagershauser Straße NO₂-Immissionen über 28 µg/m³ und in den Kreuzungsbereichen bis 44 µg/m³ ermittelt. Im Bereich der übrigen bereits bestehenden Straßen sind die NO₂-Immissionen am Fahrbahnrand über 24 µg/m³ und vereinzelt bis 36 µg/m³ berechnet.

Innerhalb des Plangebiets sind in den Kreuzungsbereichen der geplanten Fahrwege vereinzelt NO₂-Jahresmittelwerte bis 30 µg/m³ berechnet. An den übrigen Abschnitten sind die NO₂-Immissionen geringer und bis 28 µg/m³ ermittelt. Im übrigen Plangebiet führen die zu-



NO₂ in µg/m³

- > 44
- > 40 - 44
- > 36 - 40
- > 33 - 36
- > 30 - 33
- > 28 - 30
- > 26 - 28
- > 24 - 26
- > 22 - 24
- ≥ 21 - 22

- Planung
- Bestand
- Straße
- Kataster

Abb. 6.2 63926-19-01
 Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in µg/m³ für den Planfall

Ingenieurbüro Lohmeyer
 GmbH & Co. KG

0 50 100
 Meter

sätzlichen verkehrsbedingten Beiträge in Verbindung mit den bodennah veränderten Windverhältnissen gegenüber dem Prognosenullfall zu Zunahmen der NO₂-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten überwiegend über 22 µg/m³ und bis 26 µg/m³. Im Bereich der Zu- und Ausfahrten zu den Tiefgaragen sind Konzentrationswerte vereinzelt bis 33 µg/m³ berechnet.

Die im Planfall prognostizierten Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastungen an bereits bestehender, nach 39. BImSchV beurteilungsrelevanter Bebauung mit Wohnnutzung weisen gegenüber dem Prognosenullfall gewisse Zunahmen auf. Im südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebiets sind an der zur Kreuzung Waggerhauser Straße/Werthmannstraße nächstgelegenen Wohnbebauung NO₂-Jahresmittelwerte vereinzelt bis 33 µg/m³ ermittelt. Im Osten sind an der zur Waggerhauser Straße nächstgelegenen Wohnbebauung NO₂-Gesamtbelastungen bis 26 µg/m³ berechnet, so auch an der zur Werthmannstraße nächstgelegenen Wohnbebauung. An der übrigen bereits bestehenden Wohnbebauung sind NO₂-Jahresmittelwerte zwischen 21 µg/m³ und 24 µg/m² prognostiziert.

An der geplanten Bebauung des Bebauungsplangebiets sind die relativ höchsten NO₂-Immissionen im Bereich der Zu- und Ausfahrten der geplanten Tiefgarageneinfahrten ermittelt, die vereinzelt NO₂-Jahresmittelwerte bis 33 µg/m³ aufweisen. Sonst sind die NO₂-Immissionen geringer und an den südwestlichen Bereichen bis 26 µg/m³ und sonst überwiegend bis 24 µg/m³ ermittelt. Im vorgesehen Außenbereich des geplanten Kindergartens sind zur Hintergrundbelastung NO₂-Jahresmittelwerte bis 24 µg/m³ prognostiziert. Bezüglich der Nutzung des Kindergartens in den Tagstunden ist unter Berücksichtigung des Verkehrstagesganges festzuhalten, dass die NO₂-Konzentrationen im Außenbereich im Mittel unter 27 µg/m³ liegen.

Damit wird auch im Planfall der Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ an der bereits bestehenden Wohnbebauung weiterhin deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. An den geplanten Gebäuden des Bebauungsplans Nr. 219 „Jettenhauser Esch“ wird der Grenzwert ebenfalls deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Die 39. BImSchV sieht eine Bestimmung der Kurzzeitbelastung von NO₂ vor (siehe Abschnitt 3.3). Entsprechend den Ableitungen aus Messdaten kann geschlossen werden, dass bei einer Einhaltung von 130 µg/m³ für den 98-Perzentilwert auch der NO₂-Kurzzeitgrenzwert eingehalten wird. Die berechneten NO₂-Kurzzeitbelastungen (98-Perzentilwert) führen sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall im Bereich der bestehenden Bebauung zu Konzentrationen deutlich unter 100 µg/m³. Dementsprechend ist zu erwarten, dass im Untersuchungsgebiet der NO₂-Kurzzeitgrenzwert deutlich nicht überschritten wird. Auf eine grafische Darstellung wird hier verzichtet.

6.2 Feinstaub (PM10)

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der maximal 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3.2 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Kurzzeitwert überschritten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diskutiert.

Die **Abb. 6.3** zeigt die im Prognosenullfall berechneten PM10-Immissionen. Im Untersuchungsgebiet sind wesentliche verkehrsbedingte Beiträge im Bereich des Ostportals des Tunnels Waggerhausen ermittelt, die dort zu PM10-Jahresmittelwerten vereinzelt bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ führen. Im Bereich der übrigen Straßen im Untersuchungsgebiet sind die verkehrsbedingten Beiträge zur PM10-Gesamtbelastung geringer. Dabei sind im Nahbereich der Waggerhauser Straße PM10-Immissionen über $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die in den Kreuzungsbereichen der Waggerhauser Straße mit der Werthmannstraße und mit der Susostraße am Fahrbahnrand Jahresmittelwerte vereinzelt bis $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen. Im weiteren Verlauf der Werthmannstraße sind PM10-Immissionen im Nahbereich bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet sind überwiegend zur Hintergrundbelastung von $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vergleichbare PM10-Jahresmittelwerte ermittelt, so auch im Bereich der beplanten Grünfläche des Bebauungsplans Nr. 219 „Jettenhauser Esch“.

Im Planfall (**Abb. 6.4**) führen die aufgrund der geplanten Nutzungen zusätzlichen Kfz-Verkehre zu einer Zunahme der PM10-Immissionen entlang den Hauptverkehrsstraßen sowie der Zufahrtsstraßen des Bebauungsplangebiets. In der Umgebung des östlichen Portals des Tunnels Waggerhausen sind Konzentrationswerte vereinzelt bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Entlang der Waggerhauser Straße sind im Kreuzungsbereich mit der Werthmannstraße Jahresmittelwerte vereinzelt bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Im weiteren Verlauf der Werthmannstraße sind die PM10-Immissionen bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im Bereich der übrigen bereits bestehenden Straßen sind die PM10-Jahresmittelwerte bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, so auch am Fahrbahnrand der geplanten Straßen im Bebauungsplangebiet.

An bereits bestehenden Wohngebäuden sind im Bereich der Kreuzung Waggerhauser Straße/Werthmannstraße PM10-Jahresmittelwerte im Prognosenullfall bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Planfall bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. An den geplanten Gebäuden des Bebauungsplans Nr. 219

„Jettenhauser Esch“ sind vereinzelt PM10-Immissionen bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, so im Bereich einiger Zu- und Ausfahrten der geplanten Tiefgaragen. An den übrigen bestehenden und geplanten Wohngebäuden sind die PM10-Jahresmittelwerte zur Hintergrundbelastung vergleichbar ermittelt, so auch im vorgesehenen Außenbereich des geplanten Kindergartens.

Damit wird in beiden Untersuchungsfällen der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowohl an der bereits bestehenden als auch der geplanten Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sehr deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird ebenfalls deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.





7 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. Luftqualitätsrichtlinie der EU durch Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) und BImSchG – Änderung in deutsches Recht umgesetzt. Im Internet unter www.bmu.de
- 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.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of health impacts of exposure to PM2.5 at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate Change, June 2009.
- Düring und Lohmeyer (2011): Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt 70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.

- Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 20 067-073 (February 2011).
- 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. L152/1.
- Eichhorn, J. (1995): *MISKAM-Handbuch zu Version 2 und 3*, Universität Mainz, Institut für Physik der Atmosphäre.
- EU-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. L152/1.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bösinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: *FZKA PEF-Bericht 150*, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von PM₁₀-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003.
www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1.
- Israël, G.W., Pesch, M., Schlums, C. (1994): Bedeutung des Reifenabriebs für die Rußemission des Kfz-Verkehrs. In: *Staub - Reinhaltung der Luft* 54, S. 423-430. Springer-Verlag, Berlin.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: *VDI-Bericht Nr. 888*, S. 119-131.
- Kühlwein, Jörg (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.
- LfU (2007): *Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen*. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- LfU (2011-2019): *Lufthygienischer Jahresbericht 2010-2018*. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- LfU (2020): *Vorläufige Jahreskurzauswertung 2019 für Stickstoffdioxid und Feinstaub*. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.

- LUBW (2014): Flächendeckende Ermittlung der Immissions-Vorbelastung für Baden-Württemberg 2010. Ausbreitungsrechnungen unter Verwendung des landesweiten Emissionskatasters und unter Berücksichtigung von gemessenen Immissionsdaten. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- LUBW (2011-2016, 2018): Kenngrößen der Luftqualität. Jahresdaten 2010-2016. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- LUBW (2019a, 2019b): Luftqualität in Baden-Württemberg – Auswertung der Jahresdaten für 2017-2018. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- LUBW (2020): Jahreswerte 2019 – Ergebnisse für Stickstoffdioxid, Ozon und die gravimetrischen Feinstaub PM10/PM2,5-Auswertungen. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten, Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt, kommunale ökologische Briefe Nr. 01/05.01.2000, Raabe-Verlag, Berlin.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzel, M., Illerup, J.B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460. Hrsg.: Ministry of Environment – National Environmental Research Institut / Denmark.
http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF
- RLuS (2012): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, veröffentlicht 2013.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- RPT (2019): Verkehrsmonitoring Baden-Württemberg – Ergebnisse Kreisstraßen 2018. Regierungspräsidium Tübingen, Juni 2019.

- 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). <http://bwplus.fzk.de>
- TREMODO (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.1 / September 2019. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.
- VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle – Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. VDI-Richtlinie VDI 3783 Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.

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, zum Beispiel Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen beziehungsweise 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, zum Beispiel Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von PM_{10} und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

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

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für $\text{PM}_{2.5}$, Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM_{10} -Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum

zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

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

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

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

A1.2 Vorsorgewerte

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

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM2.5-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM2.5-Exposition für das Refe-

renzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20 %, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m³ im Jahr 2020 erreicht werden.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

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

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

A N H A N G A 2
FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG

A2 FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG

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.

Es ist nicht möglich, auf Basis der Fehlerbandbreiten aller Eingangsdaten und Rechenschritte eine klassische Fehlerberechnung durchzuführen, da die Fehlerbandbreite der einzelnen Parameter beziehungsweise 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, das heißt Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf.

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

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

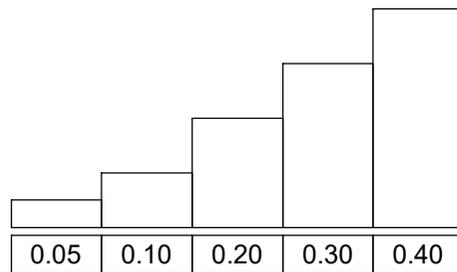
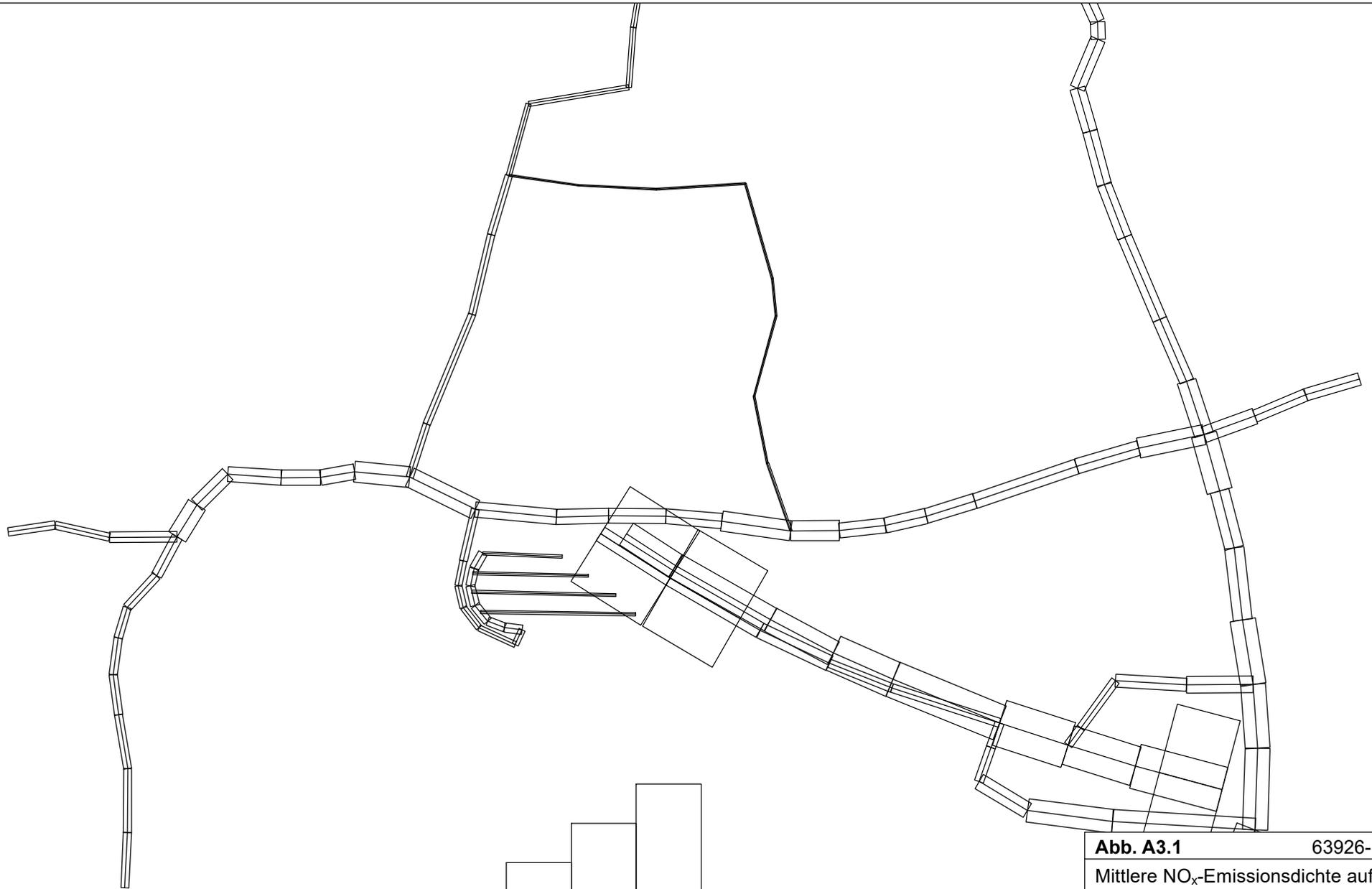
Für Emissionsfaktoren liegen derzeit noch keine statistischen Erhebungen über Fehlerbandbreiten vor. Deshalb wird vorläufig ein mittlerer Schätzwert von circa 20 % angenommen.

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/- 20 % aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995; 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, das heißt dass die Auswirkungen auf die Gesamtmissionsbelastung geringer sind.

A N H A N G A 3
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

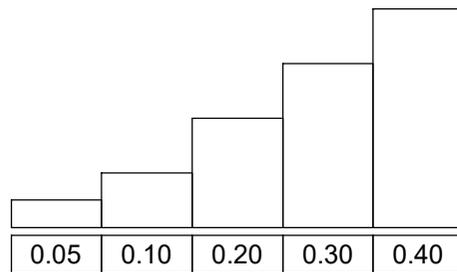


0 50 100
Meter

Abb. A3.1 63926-19-01

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

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG



Emission in mg/(m*s)

0 50 100
Meter

Abb. A3.2 63926-19-01

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

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

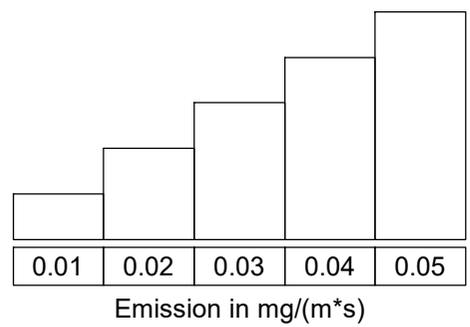
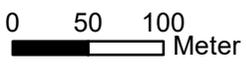
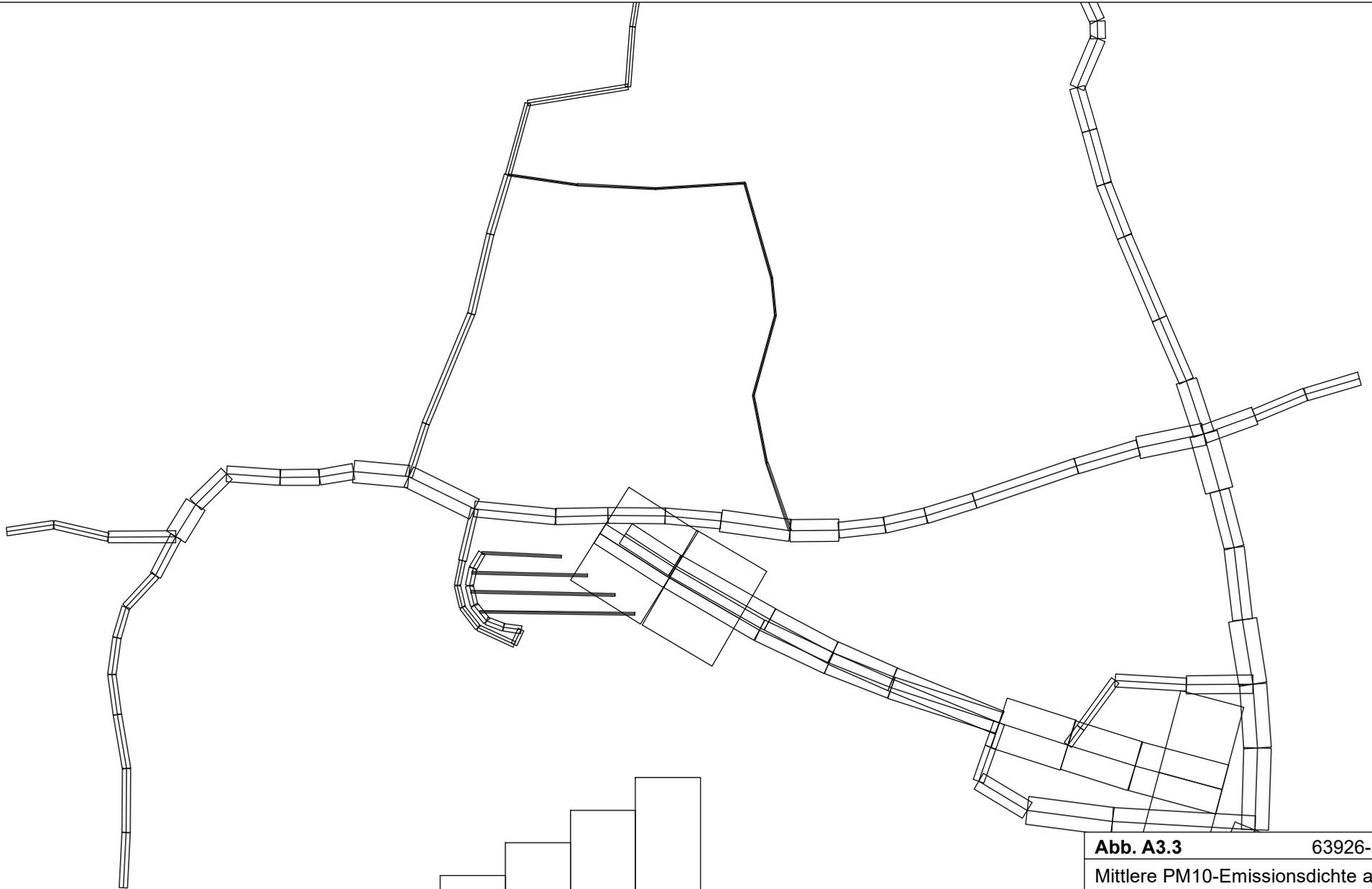
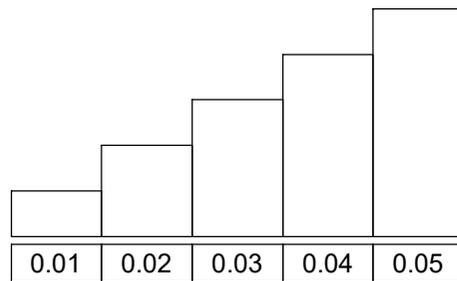


Abb. A3.3	63926-19-01
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall	
	Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



0 50 100
Meter

Abb. A3.4 63926-19-01
Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem
Straßennetz im Untersuchungsgebiet
für den Planfall

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG