



Entwurf

**BEBAUUNGSPLÄNE „FREIBADAREAL“ UND  
„KÜHEGÄRTEN“ IN FELLBACH,  
VERKEHRSBEDINGTE LUFTSCHADSTOFFE**

Auftraggeber:

Stadt Fellbach  
Stadtplanungsamt  
Marktplatz 1  
70734 Fellbach

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH  
Niederlassung Karlsruhe

Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. T. Flassak

August 2021  
Projekt 20319-21-01  
Berichtsumfang 36 Seiten

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>6</b>
3.1 Berechnungsverfahren .....	6
3.2 Überschreitungshäufigkeit der Stundenmittelwerte.....	8
3.3 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen .....	8
<b>4 EINGANGSDATEN .....</b>	<b>10</b>
4.1 Verkehrsdaten .....	13
4.2 Meteorologische Daten.....	13
4.3 Schadstoffhintergrundbelastung .....	16
<b>5 EMISSIONEN .....</b>	<b>19</b>
5.1 Betrachtete Schadstoffe .....	19
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	19
5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	19
<b>6 ERGEBNISSE .....</b>	<b>23</b>
<b>7 QUELLEN .....</b>	<b>27</b>
7.1 Literatur .....	27
7.2 Materialien und Unterlagen.....	29
<b>A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN     AN KFZ-STRASSEN.....</b>	<b>31</b>
<b>A2 FEHLERDISKUSSION FÜR IMMISSIONSBERECHNUNG .....</b>	<b>35</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 PM<sub>10</sub>-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.

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

In Fellbach sind die Bebauungspläne „Freibadareal“ und „Kühegärten“ am südwestlichen Siedlungsrand von Fellbach in Bearbeitung. Dafür sind u. a. Aussagen über die Auswirkungen auf die Luftschadstoffbelastungen erforderlich. Zu betrachten sind hier für Fellbach die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit Bewertungen entsprechend den Grenzwerten der 39. BImSchV.

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf den Straßen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM unter Berücksichtigung der Gebäudeumströmungen betrachtet. Aus den Verkehrsbelegungsdaten wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsfaktoren (HBEFA4.1, Stand 2019) für das Bezugsjahr 2024, dem Jahr der möglichen Fertigstellung wesentlicher Teile der Planung, die Emissionen auf allen Straßenabschnitten berechnet. Unter Berücksichtigung der lokalrepräsentativen Windstatistik und der aus Messungen abgeleiteten Luftschadstoffhintergrundbelastung wurden Ausbreitungsrechnungen durchgeführt.

Die höchsten Konzentrationen sind im Prognosenullfall entlang der stark frequentierten B 14 und insbesondere in der Umgebung des Tunnelportals über Freiflächen berechnet. Entlang der Untertürkheimer Straße östlich der Kreuzung mit der Esslinger Straße sind an der nächstgelegenen Bebauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 34 µg/m<sup>3</sup> an dem langen Gebäude der Alten Kelter und weiter östlich bis 36 µg/m<sup>3</sup> an der dicht stehenden Randbebauung in schmalen Straßenabschnitten berechnet. Entlang der Esslinger Straße sind an der nächstgelegenen Bebauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 30 µg/m<sup>3</sup>, überwiegend auch bis 28 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Im ehemaligen Freibadareal östlich der Esslinger Straße nehmen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit zunehmendem Abstand vom Straßenrand und des Einflussbereichs der Tunnelportalfreisetzen von ca. 34 µg/m<sup>3</sup> bis unter 26 µg/m<sup>3</sup> ab. Damit wird im Prognosenullfall für das Bezugsjahr 2024 an der bestehenden Bebauung in Bodennähe der Konzentrationswert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel, der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit der 39. BImSchV, deutlich unterschritten. Das trifft auch auf die beiden Bebauungsplanbereiche „Freibadareal“ und „Kühegärten“ zu.

Im Planfall werden mit der geplanten Bebauung in den Bebauungsplangebieten „Freibadareal“ und „Kühegärten“ die bodennahen Windverhältnisse modifiziert, womit teilweise an der umliegenden bestehenden Bebauung bezogen auf die verkehrsbedingten Beiträge etwas höhere Konzentrationen zu erwarten sind. Die höchsten Konzentrationen sind wie beim Prognosenullfall entlang der stark frequentierten B 14 und am Tunnelportal über Freiflächen berechnet.

Entlang der Untertürkheimer Straße östlich der Kreuzung mit der Esslinger Straße sind an der nächstgelegenen Bebauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 34 µg/m<sup>3</sup> an der Alten Kelter und weiter östlich bis 36 µg/m<sup>3</sup> an der dicht stehenden Randbebauung berechnet. Entlang der Esslinger Straße sind an der nächstgelegenen bestehenden Bebauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 30 µg/m<sup>3</sup>, überwiegend auch bis 28 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der zur Esslinger Straße nächstgelegenen geplanten Bebauung sind NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 30 µg/m<sup>3</sup> und im überwiegenden Bereich des Bauungsplangebietes „Freibadareal“ sind an der Bebauung unter 28 µg/m<sup>3</sup> und im östlichen Bereich auch unter 26 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Das Bauungsplangebiet „Kühegärten“ westlich der Esslinger Straße weist einen deutlichen Abstand zum Fahrbahnrand auf; an der geplanten Bebauung sind NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 28 µg/m<sup>3</sup> und weniger prognostiziert. Damit wird für den Planfall im Bezugsjahr 2024 an der bestehenden und geplanten Bebauung in Bodennähe der Konzentrationswert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel, der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit der 39. BImSchV, deutlich unterschritten. Das trifft auch auf die geplante Bebauung der beiden Bauungspläne „Freibadareal“ und „Kühegärten“ zu. Mögliche zusätzliche Kfz-Verkehre, für die keine quantitativen Angaben vorlagen, tragen entlang den entsprechenden Straßen zur Erhöhung der verkehrsbedingten Schadstofffreisetzungen bei; die beschriebenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Bebauung entlang der Esslinger Straße und in den Bauungsplangebietes lassen bei moderatem Verkehrszuwachs nicht auf mögliche Konflikte mit den Beurteilungswerten der 39. BImSchV schließen.

Entsprechend den Berechnungen für das Bezugsjahr 2024 sind die Planungen der beiden Bauungspläne „Freibadareal“ und „Kühegärten“ aus lufthygienischer Sicht bezogen auf die verkehrsbedingten Beiträge und den in der 39. BImSchV genannten Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht abzulehnen.

## **2 AUFGABENSTELLUNG**

In Fellbach sind die Bebauungspläne „Freibadareal“ und „Kühegärten“ am südwestlichen Siedlungsrand von Fellbach in Bearbeitung. Dafür sind u. a. Aussagen über die Auswirkungen auf die Luftschadstoffbelastungen erforderlich. Zu betrachten sind hier für Fellbach die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit Bewertungen entsprechend den Grenzwerten der 39. BImSchV.

### 3 VORGEHENSWEISE

Im Rahmen der Bebauungspläne „Freibadareal“ und „Kühegärten“ sind Aussagen zu den Luftschadstoffen erforderlich. Dabei ist zu prüfen, ob für die geplanten Nutzungen innerhalb des Plangebietes Konflikte mit den Beurteilungswerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit entsprechend der 39. BImSchV bestehen und ob durch die Planungen unzulässige Erhöhungen der Immissionen in angrenzenden empfindlichen Nutzungen verursacht werden.

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 hoch die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung sind. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. 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 in Form einer Schadstoffleitkomponentenbetrachtung unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf den v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoff Stickstoffdioxid. 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. In der Umgebung von Fellbach werden in den letzten Jahren keine hohen Konzentrationen für Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5) erfasst. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

#### 3.1 Berechnungsverfahren

Aufgrund des städtischen Standortes und der Änderungen der am südwestlichen Siedlungsrand sind die Auswirkungen der Gebäudeumströmungen bei den Immissionsberechnungen zu berücksichtigen. Die Berechnungen erfolgen mit dem für solche Fragestellungen geeigneten mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM in der aktuellen Version 6.4.2 (Eichhorn, Kniffka, 2010). Grundlage der Simulationsrechnungen sind die digitalen Daten der bestehenden Bebauung nach Lage und Höhe. Die Lagedaten sind aktuellen Stadtkarten sowie digitalen Gelände- und Gebäudedaten entnommen. Für den Planfall werden die Daten der Bebauungspläne bzw. der städtebaulichen Planentwürfe herangezogen.

Die digital erfassten Gebäudekataster werden für die Strömungsberechnungen in ein rechteckiges Rechengitter überführt. Das Rechengitter besteht aus 346 x 351 Boxen in horizontaler Richtung und umfasst eine Ausdehnung von ca. 1 000 m x 1 100 m. Es wird jeweils ein nicht-äquidistantes Gitter verwendet, das im Plangebiet eine feine horizontale Auflösung von 2 m aufweist und nach außen gröber wird. Mit dieser Gebietsgröße werden die in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 (2017) genannten Anforderungen an die Strömungsberechnungen erfüllt. In vertikaler Richtung reicht das Gitter mit 48 Ebenen bis in eine Höhe von 500 m über Grund, wobei die unteren 6 Ebenen in Bodennähe mit 0.6 m fein und bis 30 m über Grund nicht über 3 m aufgelöst sind. Für das Rechenggebiet wird eine Bodenrauigkeit von 15 cm angesetzt, um im Rechengitter nicht aufgelöste Strömungseinschränkungen wie Büsche, Straßenmobiliar, Einzäunungen etc. zu berücksichtigen; die Rauigkeit der Dächer wird mit 10 cm entsprechend den Einflüssen unterschiedlicher Dachaufbauten und die der Wände mit 3 cm entsprechend den unterschiedlichen Fassadengestaltungen angesetzt. Mit diesen Daten werden Windfeldberechnungen für alle Anströmungsrichtungen entsprechend den Windrichtungsangaben der Windstatistik durchgeführt.

Auf der Grundlage der durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden unter Berücksichtigung der Informationen 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 Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020).

Die Emissionen werden in das Rechengitter übertragen und mit den oben erwähnten Windfeldern der Ausbreitungsrechnung mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM zugeführt. Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit 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 NO<sub>2</sub>-Immissionen werden die verkehrsbedingten Direktmissionen und ein vereinfachtes Chemiemodell zur Abbildung der NO-NO<sub>2</sub>-Konversion berücksichtigt (Düring et al., 2011). Eine Fehlerdiskussion für Immissionsberechnung ist in Anhang A2 aufgeführt.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. 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.

### 3.2 Überschreitungshäufigkeit der Stundenmittelwerte

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 et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten wird, wenn der 98-Perzentilwert 115 µg/m<sup>3</sup> bis 170 µg/m<sup>3</sup> nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß. Die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von 130 µg/m<sup>3</sup> (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

### 3.3 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen

In **Tab. 3.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Anhang A1 erläuterten Beurteilungswerte für die relevanten Kfz-Abgaskomponenten 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		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) sowie Richtgrenzwert PM2.5 entsprechend EU-Luftqualitätsrichtlinie

## 4 EINGANGSDATEN

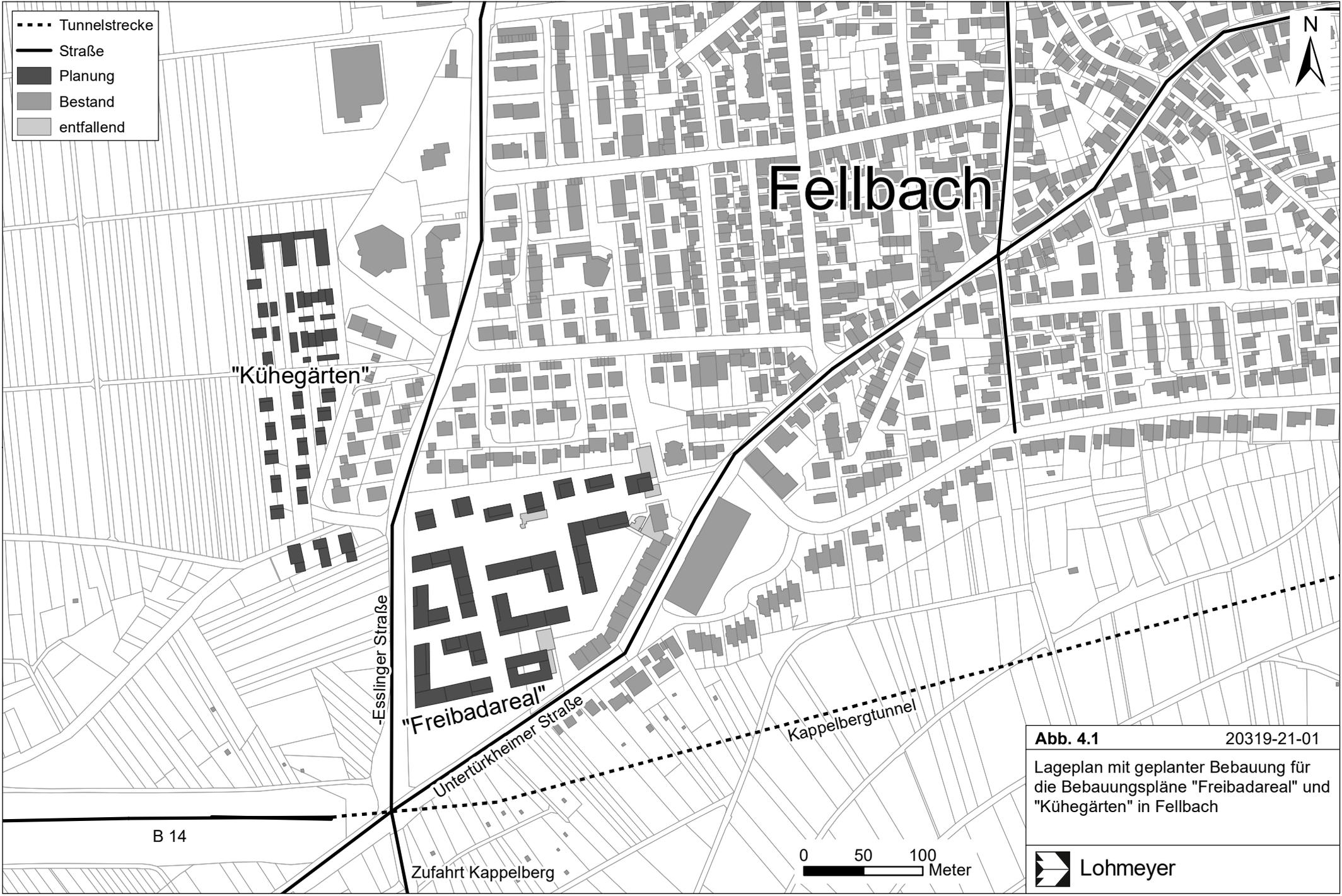
Für die Emissions- und Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des bestehenden Straßennetzes, die bestehenden Gebäude, geplante Gebäude mit den Bebauungsplänen „Freibadareal“ und „Kühegärten“ und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Für die Untersuchung wurden durch den Auftraggeber digitale Lagedaten der bestehenden Bebauung und der geplanten Bebauung mit Angaben der Gebäudehöhen übergeben.

Das Bebauungsplangebiet „Freibadareal“ befindet sich am südwestlichen Siedlungsrand von Fellbach östlich der süd-nördlich verlaufenden Esslinger Straße und nördlich der dort von Südwesten nach Nordosten verlaufenden Untertürkheimer Straße. Südwestlich davon befindet sich das westliche Portal des Kappelbergtunnels im Zuge der B 14, die nach Westen Richtung Stuttgart verläuft. Das Freibadareal weist wenige Gebäude auf; aufgrund des Neubaus des Familien- und Freizeitbads Fellbach bei der Schwabenlandhalle wird das ehemalige Freibadareal seit einigen Jahren nicht mehr genutzt. Der Bebauungsplan „Kühegärten“ befindet sich westlich der Esslinger Straße auf bisherigen Freiflächen bzw. landwirtschaftlich genutzten Flächen und stellt eine Erweiterung des Siedlungsbereichs von Fellbach nach Westen dar.

Die Planungen sehen für den Bebauungsplan „Freibadareal“ zahlreiche Gebäude für Wohnnutzungen sowie ein Mehrgenerationenhaus vor. Die Wohngebäude bzw. Teilgebäude weisen überwiegend zwei bis vier Stockwerke auf; im nördlichen Bereich sind sieben weitgehend freistehende Gebäude vorgesehen, im restlichen Bebauungsplangebiet sind zusammenhängende Gebäudekomplexe geplant, die auch als Stadthäuser bezeichnet werden. Ein Gebäude soll sechs Geschosse und zwei Gebäude sollen fünf Geschosse aufweisen. Im südlichen Bereich ist an der Untertürkheimer Straße ein viergeschossiges Mehrgenerationenhaus mit umbautem Innenhof vorgesehen.

Für den Bebauungsplan „Kühegärten“ sieht der städtebauliche Entwurf überwiegend zahlreiche Wohngebäude für Familien vor, die zwei bis drei Stockwerke und ein Dachgeschoss erlauben. Die Gebäudekonfiguration reicht von freistehenden Einzelgebäuden und zusammenhängenden Wohngebäuden bis zu größeren Mehrfamilienhäusern am Nordrand.

Die Lage des Untersuchungsgebietes mit dem umliegenden Straßennetz, den bestehenden Gebäuden und der geplanten Bebauung der Bebauungspläne „Freibadareal“ und „Kühegärten“ ist in **Abb. 4.1** dargestellt, wobei die bestehende Bebauung mittelgrau, die entfallende Bebauung hellgrau und die geplante Bebauung dunkelgrau (Plan) dargestellt ist.



**Abb. 4.1** 20319-21-01  
 Lageplan mit geplanter Bebauung für die Bebauungspläne "Freibadareal" und "Kühegärten" in Fellbach

 Lohmeyer

In **Abb. 4.2** ist eine perspektivische Darstellung der für die Windfeldberechnungen berücksichtigten Gebäude mit Blick aus Süden für den Bestand mit braun eingefärbten entfallenden Gebäuden und in **Abb. 4.3** für den Planfall aufgezeigt, wobei die geplanten Gebäude braun eingetragen sind.

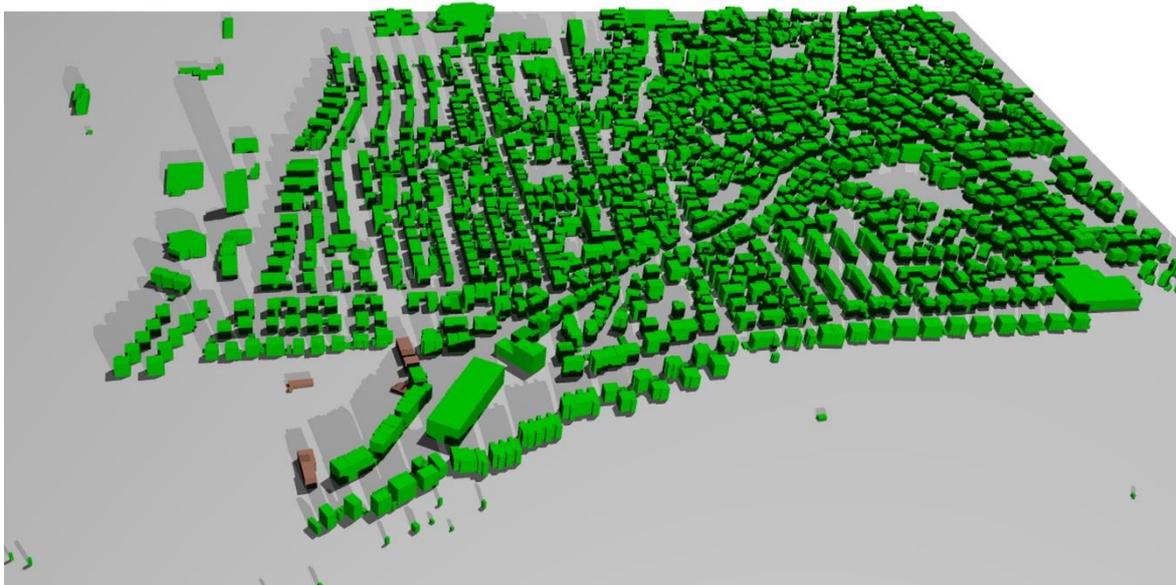


Abb. 4.2: Perspektivische Darstellung für den Bestand mit Blick aus Süden, entfallende Gebäude braun

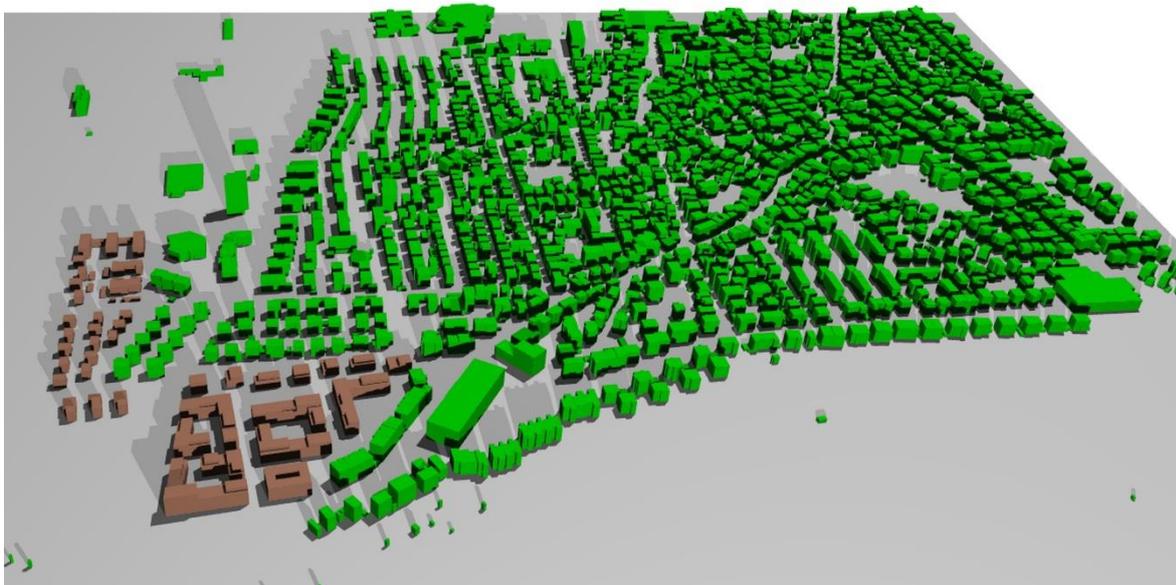


Abb. 4.3: Perspektivische Darstellung für den Planfall mit Blick aus Süden, geplante Bauten braun

Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung.

#### 4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten für die Straßen wurden durch den Auftraggeber für die Kreuzung Untertürkheimer Straße / Esslinger Straße als 24-Stundenzählwerte vom 06.11.2018 übergeben. Die Tageswerte sind für die Hauptverkehrsstraßen aufgerundet auf volle Hunderter Werte in **Tab. 4.1** aufgeführt. Für die B 14 sind die Zählwerte für 2019 den Seiten der Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg (SVZ-Zählstellennummer 71211111) entnommen.

Die Verkehrsbelegungsdaten für die Kreuzung Untertürkheimer Straße / Esslinger Straße wurden durch den Auftraggeber mit Angabe von durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTV) und der LKW-Anteile für die Hauptverkehrsstraßen als Zählwerte für 2018 übergeben. Für die B 14 wurden die aktuellen Verkehrszahlen der Verkehrszentrale Baden-Württemberg aus dem Internet für 2019 abgerufen.

<b>Straßenabschnitte</b>	<b>Kfz in Kfz/24h</b>	<b>SV-Anteil in %</b>
Esslinger Straße	8 300	1.8
Untertürkheimer Str. West	12 200	2.5
Untertürkheimer Str. Ost	7 600	4.4
Zufahrt Kappelberg	610	5.2
B 14	65 700	7.6

Tab. 4.1: Verkehrszahlen für Fellbach im Nahbereich der Bebauungsplangebiete „Freibadareal“ und „Kühegärten“

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen herangezogen, die der Straßenverkehrszählung 2015 für die Zählstelle der L 1198 (Untertürkheimer Straße) bei Fellbach entnommen sind (BAST).

#### 4.2 Meteorologische Daten

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

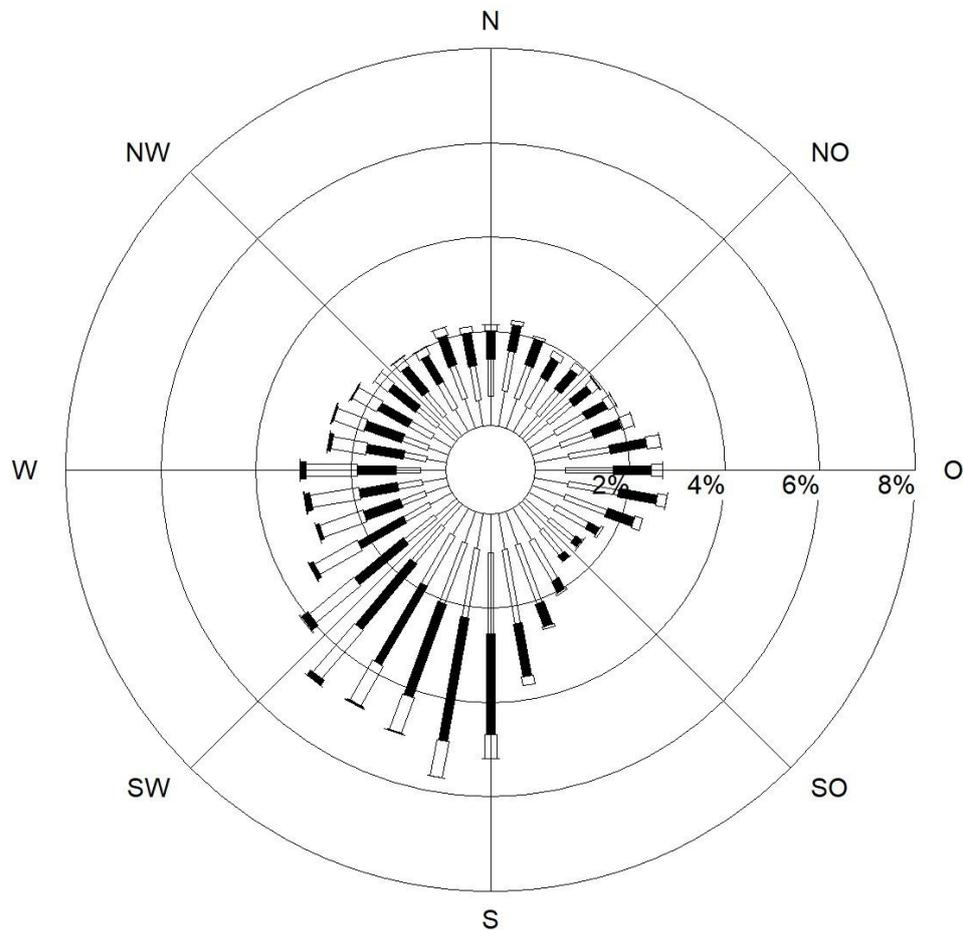
Für das Stadtgebiet von Fellbach liegen keine mehrjährigen Windmessdaten vor. Für die Umgebung des Untersuchungsgebietes liegen regional repräsentative Winddaten auf Basis von modellierten Reanalysedaten des Hans-Ertel-Zentrums für Wetterforschung für ein ca. 2 x 2 km Raster und für den Zeitraum 2007-2013 vor. Daraus wurde die entsprechende Windrose im Südwesten von Fellbach ausgelesen und ist in **Abb. 4.4** dargestellt. Im Bereich des Untersuchungsgebietes westlich des Kappelberges weisen die modellierten Winddaten eine Windrichtungsverteilung auf, in der südliche bis südwestliche sowie westliche Windrichtungen dominieren, östliche Windrichtungen bilden ein Nebenmaximum. Eine weitere Häufung tritt bei nördlichen Windrichtungen auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in 10 m Höhe über der Topografie ca. 2.5 m/s. Diese Windverhältnisse sind auf das Überdachniveau im Untersuchungsgebiet übertragbar.

Für Baden-Württemberg stellt die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) Steckbriefe synthetischer Ausbreitungsklassenstatistiken basierend auf Modellsimulationen für ein 500 m-Raster zur Verfügung. Die Berechnung der synthetischen Ausbreitungsklassenstatistiken berücksichtigen die Einflüsse des Reliefs und der Landnutzung und sind dementsprechend für die jeweiligen Teilbereiche als lokalrepräsentativ anzusehen.

Aus dieser Windrosensammlung wurde für das Betrachtungsgebiet in Fellbach eine Windrose ausgelesen, die in **Abb. 4.5** aufgezeigt ist. Die Hauptwindrichtung wird durch südliche bis südwestliche Winde geprägt. Westliche, nördliche und östliche Winde sind als Nebenwindrichtungen aufzufassen. Die mittlere Windgeschwindigkeit wird mit 2.3 m/s in 10 m über dem Siedlungsgebiet, d. h. mit Berücksichtigung der Verdrängungshöhe und Rauigkeitslänge, angegeben.

Für die Ausbreitungsrechnungen wird die für Fellbach aus den Reanalysedaten ausgelesene Windrose verwendet und unter Berücksichtigung der Rauigkeiten in der Umgebung des Plangebietes herangezogen.

## Windverteilung in Prozent



Station	: ReaFellb-SW	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10.0 m	I : 10.2 %	▬	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 2.5 m/s	II : 25.6 %	▬	2.4 bis 3.8 m/s
		III/1 : 36.2 %	▬	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 17.8 %	▬	7.0 bis 10 m/s
		IV : 6.9 %	▬	größer 10 m/s
		V : 3.2 %	▬	

Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung bei Fellbach basierend auf Re-analysedaten für den Zeitraum 2007-2013 (Quelle: Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung).

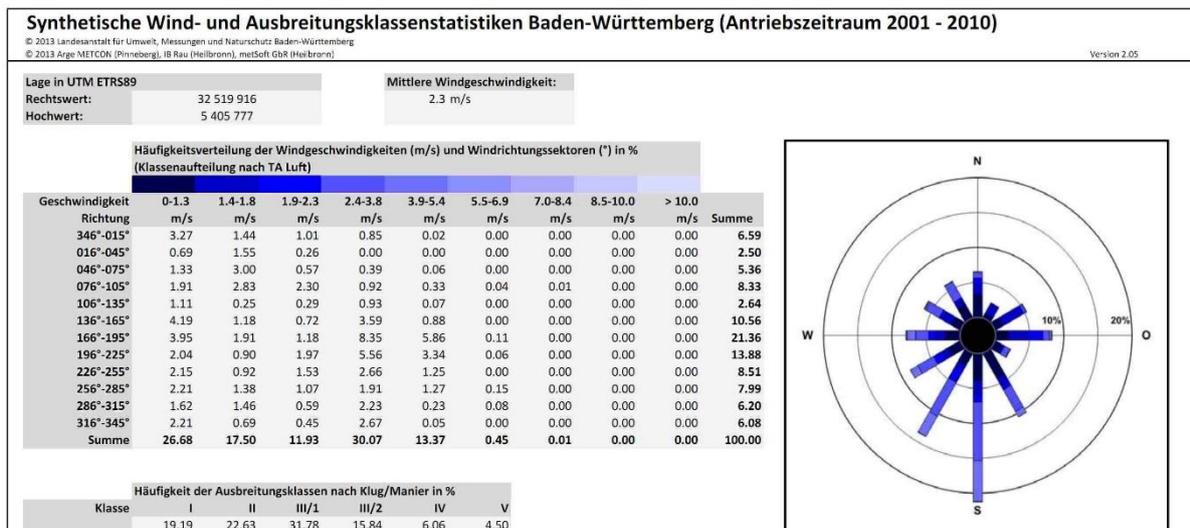


Abb. 4.5: Synthetische Windrose für das Betrachtungsgebiet in Fellbach (Quelle: LUBW.de)

### 4.3 Schadstoffhintergrundbelastung

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

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) betreibt das Messnetz für Luftschadstoffe in Baden-Württemberg. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden, für das Jahr 2020 liegen vorläufige Werte der LUBW vor (LUBW, 2012-2021). Die vorliegenden Daten der dem Untersuchungsgebiet umliegenden Messstationen im Abstand von weniger als 10 km sind für die Schadstoffe NO<sub>2</sub> und Feinstaub PM<sub>10</sub> auszugsweise in **Tab. 4.2** aufgeführt.

Aus diesen Messdaten ist ableitbar, dass nur für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an den verkehrsnahen Standorten Konzentrationen erfasst werden, die über denen der Grenzwerte der 39. BImSchV liegen; für Feinstaub erreichen die Messwerte in den letzten 5 Jahren die entsprechenden Konzentration der Grenzwerte deutlich nicht. Deshalb ist eine detaillierte Betrachtung der Feinstaubkonzentrationen für die vorliegende Planung in Fellbach nicht zwingend erforderlich.

Schadstoffkomponente	Jahr	Fellbach, Burgstr.	Stuttgart Bad Cannstatt	Stuttgart Waiblinger Straße	Stuttgart Am Neckartor	Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	Stuttgart Hohenheimer Straße	Esslingen Straße	Rems-eck Straße
NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwert	2011	-	31	68	90	65	97	-	-
	2012	-	33	64	90	65	91	-	-
	2013	-	32	52	89	62	80	-	-
	2014	34	31	49	89	61	77	-	-
	2015	-	32	49	87	64	77	-	-
	2016	-	31	47	82	58	76	54	-
	2017	-	30	45	73	56	69	48	36
	2018	-	27	39	71	46	65	45	29
	2019	-	25	36	53	43	50	39	-
	2020	-	v 23	v 30	v 38	v 33	v 34	v 34	-
PM10-Jahresmittel	2011	-	20	31	40	31	31	-	-
	2012	-	19	29	38	27	28	-	-
	2013	-	20	28	40	30	28	-	-
	2014	20	18	25	37	28	24	-	-
	2015	-	19	-	37	27	27	-	-
	2016	-	17	-	38	25	24	26	-
	2017	-	17	-	35	25	24	26	-
	2018	-	17	-	29	23	23	25	-
	2019	-	15	-	28	23	20	23	-
	2020	-	v 15	-	v 23	v 22	v 17	-	-
PM10-Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m <sup>3</sup> )	2011	-	11	54	89	42	38	-	-
	2012	-	7	31	78	15	29	-	-
	2013	-	11	34	91	27	27	-	-
	2014	7	8	12	64	19	15	-	-
	2015	-	3	-	72	17	24	-	-
	2016	-	5	-	63	20	14	27	-
	2017	-	11	-	45	17	16	26	-
	2018	-	3	-	20	7	11	14	-
	2019	-	3	-	27	6	5	16	-
	2020	-	v 24	-	v 17	v 8	v 3	-	-

Tab. 4.2: Messwerte an den Stationen in der Umgebung des Plangebietes (LUBW, 2012-2021). PM10-Überschreitung = Anzahl der Tagesmittelwerte über dem angegebenen Wert. v = vorläufige Werte.

Das trifft auch auf Feinstaub PM2.5 zu, nachdem in den letzten 5 Jahren an den Messstandorten Jahresmittelwerte zwischen 10 µg/m<sup>3</sup> und 18 µg/m<sup>3</sup> erfasst wurden.

Interpretationen der NO<sub>2</sub>-Messdaten hinsichtlich möglicher Entwicklungen sind mit Vorsicht zu versehen, da in den letzten Jahren in der Region Stuttgart einerseits Maßnahmen der Luftreinhaltung 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.

Aus den verfügbaren Messdaten im Untersuchungsgebiet bzw. der städtischen Station Stuttgart Bad Cannstatt wird der NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastungswert der **Tab. 4.3** abgeleitet. Bei der Ableitung wurde beachtet, dass im Untersuchungsgebiet die wesentlichen Beiträge der Hauptverkehrsstraßen in den Berechnungen berücksichtigt werden.

Die Ozonkonzentration wird mit 47 µg/m<sup>3</sup> für die NO-NO<sub>2</sub>-Konversion mittels vereinfachtem Chemiemodell (Düring et al., 2011) angesetzt.

Schadstoff	Hintergrundbelastung in µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub> -Jahresmittel	25

Tab. 4.3: Hintergrundbelastungswert im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr (2019/2024).

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. Aus oben genannten Beobachtungen und Unsicherheiten wird im Sinne einer konservativen Vorgehensweise auf eine Reduktion der Hintergrundbelastung verzichtet.

## 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 in Fellbach erfahrungsgemäß am ehesten bei NO<sub>2</sub> erreicht, weshalb dieser Stoff im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet wird.

### 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 der Partikel 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, 2020).

### 5.3 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berechnet.

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

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der

Technik hinsichtlich Abgasemission, z. B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),

- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2019) entnommen.

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 innerhalb des Rechengebietes folgende Verkehrssituationen herangezogen, wobei aus der Fahrspuranzahl und der Verkehrsbelegung eine Einschätzung des Auslastungsgrades der Streckenabschnitte erfolgte, der im HBEFA mit „level of service“ LOS bezeichnet wird:

ABA100: Städtische Autobahn, Tempolimit 100 km/h,

IOS-HVS50: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h

IOS-HVS50d: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

IOS-HVS50g: Innerstädtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr

IOS-NS30: Innerstädtische Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h

Das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.1 (UBA, 2019) berücksichtigt eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Euro-6-Diesel-PKW sowie den Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW und leichte Nutzfahrzeuge. Diese relativen Anpassungen werden hier angewendet und berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet in Fellbach eine mittlere Lufttemperatur von ca. 11.3°C im Zeitraum 2011 bis 2020 (Quelle DWD) an der Station Stuttgart-Schnarrenberg, die gegenüber der im HBEFA verwendeten mittleren deutschlandweiten Lufttemperatur von 9°C höher liegt.

**Tab. 5.1** gibt einen Überblick über die im vorliegenden Fall jeweils angesetzten Verkehrssituationen sowie die zugehörigen Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2024, dem Jahr der möglichen Fertigstellung wesentlicher Teile der Planung.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2024							
Verkehrssituation (Kürzel)	Geschwindigkeit in km/h	NO <sub>x</sub>		NO <sub>2</sub> direkt		Partikel (nur Abgas)		Partikel PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IOS-AB100_2	96.9	0.248	1.400	0.0387	0.1630	0.0056	0.0156	0.029	0.13
IOS-HVS50	42.9	0.238	1.966	0.0344	0.2234	0.0055	0.0198	0.026	0.11
IOS-HVS50_2	42.9	0.243	2.211	0.0351	0.2657	0.0056	0.0200	0.026	0.11
IOS-HVS50d	36.0	0.295	2.195	0.0435	0.2460	0.0060	0.0232	0.033	0.36
IOS-HVS50d_2	36.0	0.306	2.041	0.0453	0.2315	0.0061	0.0233	0.033	0.36
IOS-HVS50g	23.4	0.342	4.280	0.0507	0.5110	0.0065	0.0351	0.039	0.70
IOS-HVS50g_2	23.4	0.352	4.185	0.0524	0.5001	0.0065	0.0338	0.039	0.70
IOS-NS30	28.8	0.285	2.928	0.0361	0.3348	0.0063	0.0329	0.026	0.28
IOS-NS30_2	28.8	0.291	2.472	0.0371	0.2816	0.0064	0.0323	0.026	0.28
IOS-NS30_4	28.8	0.311	2.118	0.0405	0.2403	0.0065	0.0332	0.026	0.28

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2024

Die Verkehrssituationen sind klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Gegenverkehrsstrecken (gekennzeichnet durch vorangestellte „\_“-Unterstrichzeichen) und berücksichtigen das Bezugsjahr 2024, das Jahr der möglichen Inbetriebnahme wesentlicher Teile der Planung, mit Angabe der mittleren Fahrgeschwindigkeiten und enthalten die entsprechenden Minderungen für NO<sub>2</sub> direkt nach Düring et al (2021). Für zukünftige Jahre sind aufgrund der Fortentwicklung der Kfz-Flottenzusammensetzung mit vermehrter Durchdringung emissionsgeminderter Motorenkonzepte geringere spezifische Emissionen zu erwarten.

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> direkt werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und Lkw-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus.

**Tab. 5.2** zeigt für den südwestlichen Bereich von Fellbach die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten.

Aus dieser Auflistung der verkehrsbedingten Emissionen ist abzulesen, dass die verkehrsbedingten Feinstaubfreisetzungen (PM10) gegenüber den verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Freisetzungen deutlich geringer sind. Zudem ist die vorherrschende städtische Hintergrundbelastung für PM10 gegenüber Stickoxiden geringer. Daraus wird geschlossen, dass der verkehrsbedingte immissionsseitige Beitrag an PM10 gegenüber Stickoxiden deutlich geringer ist und die Ge

samtbelastung damit für PM10 im Betrachtungsgebiet in Fellbach gegenüber der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung deutlich geringer ist. Damit wird auf eine explizite Berechnung der PM10-Konzentrationen verzichtet.

<b>Straße</b>	<b>DTV in Kfz/24 h</b>	<b>SV-Anteil</b>	<b>Verkehrssituation</b>	<b>NO<sub>x</sub> in mg/(m s)</b>	<b>NO<sub>2</sub> direkt in mg/(m s)</b>	<b>PM10 in mg/(m s)</b>
Esslinger Str.	8 300	1.8%	IOS-HVS50d_2	0.033	0.0047	0.0044
Esslinger Str. Kreuzung	8 300	1.8%	IOS-HVS50g_2	0.041	0.0059	0.0057
Untertürk. Ost	7 600	4.4%	IOS-HVS50d	0.034	0.0047	0.0048
Untertürk. Ost Kreuzung	7 600	4.4%	IOS-HVS50g	0.047	0.0064	0.0069
Untertürk. West	12 200	2.5%	IOS-HVS50	0.040	0.0056	0.0048
Untertürk. West Kreuzung	12 200	2.5%	IOS-HVS50d	0.049	0.0069	0.0067
Zufahrt Kappelberg	610	5.2%	IOS-NS30_4	0.003	0.0004	0.0003
B14	65 700	7.6%	IOS-AB100_2	0.261	0.0372	0.0335

Tab. 5.2: Verkehrskennwerte und Emissionen für die Straßenabschnitte in Fellbach

Für den ca. 1.6 km langen Kappelbergtunnel im Zuge der B 14 werden die Schadstoffe entsprechend dem Richtungsverkehr über die beiden Tunnelportalbereiche freigesetzt.

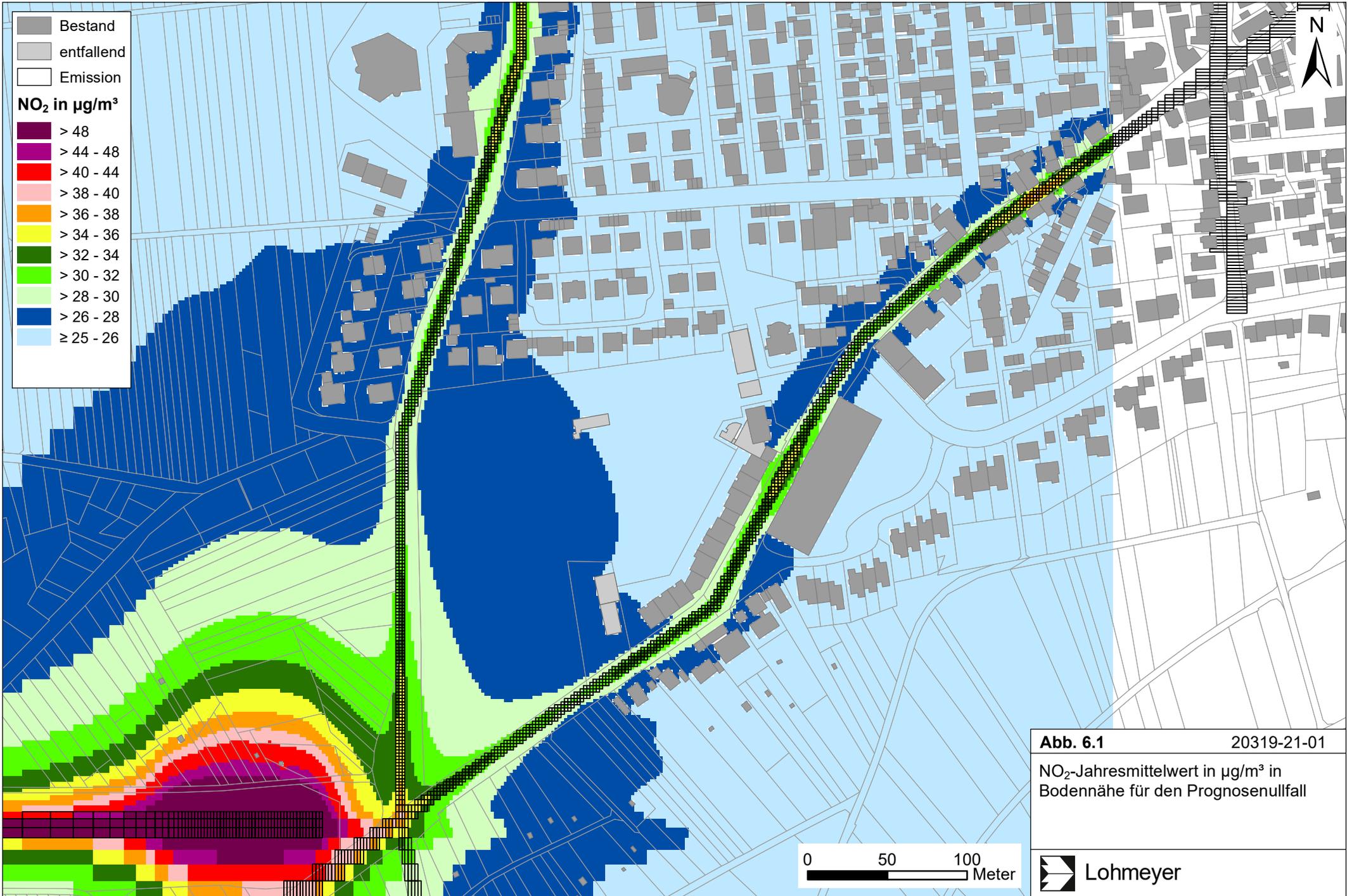
## 6 ERGEBNISSE

In die Immissionsberechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge auf den berücksichtigten Straßen ein, die im voranstehenden Kap. 5 aufgezeigt und diskutiert sind. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung, die unter Berücksichtigung der für den Bereich von Fellbach repräsentativen Windstatistik berechnet wird. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung 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 wird der derzeit geltende Grenzwert für NO<sub>2</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel mit roter Farbe belegt.

Die Auswertung der berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen erfolgt für die Auswertehöhe von ca. 1.5 m über dem Gelände, der „Nasenhöhe“ der sich im Freien aufhaltenden Passanten bzw. dem Eingangs- und Hofbereich von Wohngebäuden sowie Nutzgebäuden. Die **Abb. 6.1** zeigt die berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen für den Prognosenullfall im Bezugsjahr 2024. Die höchsten Konzentrationen sind entlang der stark frequentierten B 14 und insbesondere in der Umgebung des Tunnelportals über Freiflächen berechnet. Entlang der Untertürkheimer Straße östlich der Kreuzung mit der Esslinger Straße sind deutliche NO<sub>2</sub>-Belastungen berechnet, die an der nächstgelegenen Bebauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 34 µg/m<sup>3</sup> an dem langen Gebäude der Alten Kelter und weiter östlich bis 36 µg/m<sup>3</sup> an der dicht stehenden Randbebauung in schmalen Straßenabschnitten betragen. Entlang der Esslinger Straße sind an der nächstgelegenen Bebauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 30 µg/m<sup>3</sup>, überwiegend auch bis 28 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Im ehemaligen Freibadareal östlich der Esslinger Straße nehmen die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit zunehmendem Abstand vom Straßenrand und des Einflussbereichs der Tunnelportalfreisetzung von ca. 34 µg/m<sup>3</sup> bis unter 26 µg/m<sup>3</sup> ab.

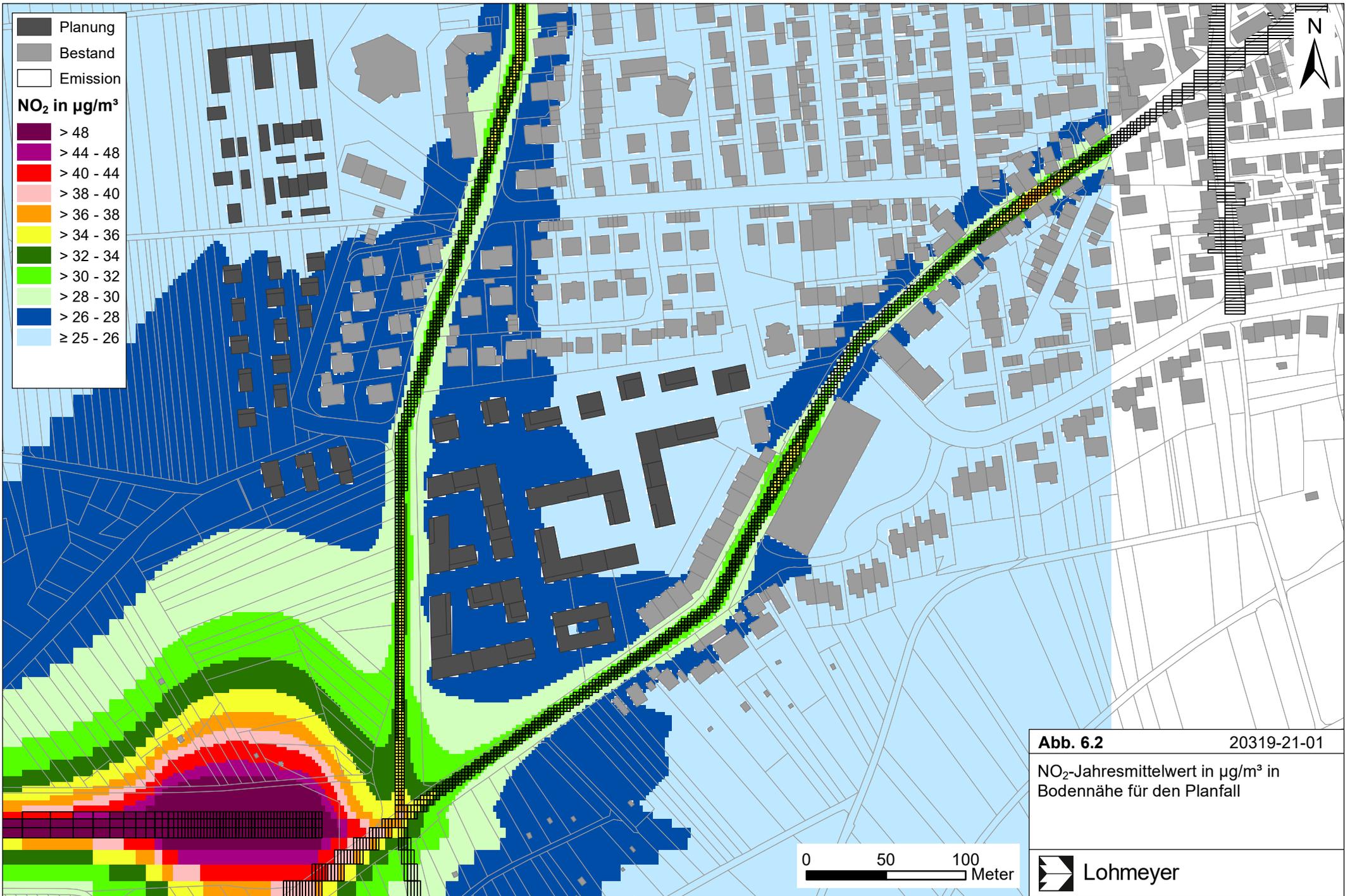
Damit wird im Prognosenullfall für das Bezugsjahr 2024 an der bestehenden Bebauung in Bodennähe der Konzentrationswert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel, der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit der 39. BImSchV, deutlich unterschritten. Das trifft auch auf die beiden Bebauungsplanbereiche „Freibadareal“ und „Kühegärten“ zu.



In **Abb. 6.2** sind die berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionen für den Planfall mit zusätzlichen Gebäuden in den Bebauungsplangebieten „Freibadareal“ und „Kühegärten“ im Bezugsjahr 2024 in Bodennähe dargestellt, wobei auf den Straßen eine mit dem Prognosenullfall vergleichbare Verkehrsbelegung berücksichtigt ist. Mit der geplanten Bebauung werden im südwestlichen Bereich die bodennahen Windverhältnisse modifiziert, womit teilweise an der umliegenden bestehenden Bebauung bezogen auf die verkehrsbedingten Beiträge etwas höhere Konzentrationen zu erwarten sind. Die höchsten Konzentrationen sind wie beim Prognosenullfall entlang der stark frequentierten B 14 und insbesondere in der Umgebung des Tunnelportals über Freiflächen berechnet. Entlang der Untertürkheimer Straße östlich der Kreuzung mit der Esslinger Straße sind deutliche NO<sub>2</sub>-Belastungen berechnet, die an der nächstgelegenen Bebauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 34 µg/m<sup>3</sup> an dem langen Gebäude der Alten Kelter und weiter östlich bis 36 µg/m<sup>3</sup> an der dicht stehenden Randbebauung in schmalen Straßenabschnitten betragen. Entlang der Esslinger Straße sind an der nächstgelegenen bestehenden Bebauung NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 30 µg/m<sup>3</sup>, überwiegend auch bis 28 µg/m<sup>3</sup> berechnet. An der zur Esslinger Straße nächstgelegenen geplanten Bebauung sind NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 30 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert und im überwiegenden Bereich des Bebauungsplangebietes „Freibadareal“ sind an der Bebauung unter 28 µg/m<sup>3</sup> und im östlichen Bereich auch unter 26 µg/m<sup>3</sup> dargestellt. Das Bebauungsplangebiet „Kühegärten“ westlich der Esslinger Straße weist einen deutlichen Abstand zum Fahrbahnrand auf; an der geplanten Bebauung sind NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 28 µg/m<sup>3</sup> und weniger prognostiziert.

Damit wird entsprechend den beschriebenen Immissionsprognosen für den Planfall im Bezugsjahr 2024 an der bestehenden und geplanten Bebauung in Bodennähe der Konzentrationswert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel, der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit der 39. BImSchV, deutlich unterschritten. Das trifft auch auf die geplante Bebauung der beiden Bebauungspläne „Freibadareal“ und „Kühegärten“ zu. Mögliche zusätzliche Kfz-Verkehre, für die keine quantitativen Angaben vorlagen, tragen entlang den entsprechenden Straßen zur Erhöhung der verkehrsbedingten Schadstofffreisetzungen bei; die beschriebenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an der Bebauung entlang der Esslinger Straße und in den Bebauungsplangebieten lassen bei moderatem Verkehrszuwachs nicht auf mögliche Konflikte mit den Beurteilungswerten der 39. BImSchV schließen.

Entsprechend den Ableitungen aus Messdaten kann geschlossen werden, dass bei NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerten unter 40 µg/m<sup>3</sup> auch der Kurzzeit-Grenzwert eingehalten wird. Nachdem für den Prognosenullfall und den Planfall an den bestehenden und geplanten Gebäuden NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte unter 40 µg/m<sup>3</sup> berechnet sind, ist zu erwarten, dass dort der Kurzzeit-Grenzwert deutlich unterschritten wird. Auf eine grafische Darstellung wird hier verzichtet.



## 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. Luftqualitätsrichtlinie der EU durch Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) und BImSchG – Änderung in deutsches Recht umgesetzt. Im Internet unter [www.bmu.de](http://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.
- 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 (February 2011).
- Düring, I., Friedrich, U. (2021): Einfluss des HBEFA 4.1 auf die Modellierung der NO<sub>2</sub>-Immissionen – Stand und Möglichkeiten der Verbesserung. Vortrag auf dem BAST-Kolloquium Luftqualität an Straßen 2021, Bergisch Gladbach, 24./25.März 2021.
- Eichhorn, Kniffka (2010): The numerical flow model MISKAM: State of development and evaluation of the basic version. In: Meteorologische Zeitschrift, Vol. 19, No. 1, 81-90.
- 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., Böisinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- 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.
- 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.
- LUBW (2012-2020): Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  an Stationen des Landesmessnetzes Baden-Württemberg. Im Internet unter [www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de).
- LUBW (2021): vorläufige Werte der Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  an Stationen des Landesmessnetzes Baden-Württemberg. Im Internet unter [www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de).
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- TREMODO (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.1 / September 2019. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, Düsseldorf, Mai 2020.
- VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 9, Hrsg.:

Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.

## 7.2 Materialien und Unterlagen

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

- Lagedaten für die Umgebung der Bebauungsplangebiete in Fellbach, Übersichtsplan\_UTM\_SC-Kuehegaerten-Freibad, Stand 10/2020
- Ausschnitt topographische Karte 1\_10000, Stand 2021
- Digitales Geländemodell für die Umgebung der Bebauungsplangebiete in Fellbach (DGM25, DGM 25 Bereich Kühegärten), Stand 2021
- Digitale Luftbilder für die Umgebung der Bebauungsplangebiete in Fellbach (DOP 519000\_5405000, 520000\_5405000), Stand 2021
- Bebauungsplan "Freibadareal", städtebaulicher Entwurf, Vorentwurf Stand 20.10.2020
- Städtebaulicher Entwurf "Kühegärten“, Vorabzug 1005\_Blatt2 (ohne Datum)
- 1. Preis Wettbewerb\_Freibad\_Pläne1 und 2 (ohne Datum)
- 1. Preis Wettbewerb\_Kühegärten\_Blatt 1 und 2 (ohne Datum)
- Verkehrszählraten. VZ KP 59 - Untertürkheimer Str. - Esslinger Str. 06.11.18

**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  $\text{PM}_{10}$ -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 <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. In der 39. BImSchV wurden u. a. die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben wurden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der ab dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist.

## A1.2 Vorsorgewerte

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

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM<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 umsetzt.

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.

**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 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.

Für Emissionsfaktoren liegen derzeit noch keine statistischen Erhebungen über Fehlerbandbreiten vor. Deshalb wird vorläufig ein mittlerer Schätzwert von ca. 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 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 Gesamtmissionsbelastung geringer sind.