

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
Nördliche Hildapromenade 6
76133 Karlsruhe

Telefon +49(721)504379 0
Telefax +49(721)504379 11

www.MuellerBBM.de

Dr. rer. nat. Rainer Bösing
Telefon +49(721)504379 15
Rainer.Boesinger@mbbm.com

03. März 2020
M145842/03 Version 1 BSG/WLR

B 462 Tunnel Freudenstadt

Luftschadstoffgutachten für die Planfeststellung

Bericht Nr. M145842/03

Auftraggeber:

Regierungspräsidium Karlsruhe
Referat 44
76247 Karlsruhe

Bearbeitet von:

Dr. rer. nat. Rainer Bösing

Berichtsumfang:

Insgesamt 46 Seiten, davon
3 Seiten Anhang A und
3 Seiten Anhang B

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Aufgabenstellung	5
2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen	6
2.1 Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit	6
2.2 Luftqualitäts-Richtwerte für Kurorte	7
3 Beschreibung des Untersuchungsgebiets	8
3.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	8
3.2 Straßenplanung	10
4 Technische Grundlagen	12
4.1 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren	12
4.2 Verkehrsdaten	14
4.3 Emissionen des Straßenverkehrs	15
4.4 Rechengebiet und räumliche Auflösung	20
4.5 Berücksichtigung von Geländedaten	21
4.6 Meteorologische Daten	23
4.7 Hintergrundbelastung	24
5 Ergebnisse der Immissionsprognosen	27
5.1 Allgemeines	27
5.2 Flächenhafte Immissionsdarstellung	27
5.3 Punktuelle Auswertung an Untersuchungspunkten	34
5.4 Beurteilung	37
6 Grundlagen, verwendete Literatur	39
A Emissionen des Straßenverkehrs	41
B PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte)	44

Zusammenfassung

Das Regierungspräsidium Karlsruhe plant den Neubau „B 462 Tunnel Freudenstadt“ (B 28 / B 462 BA IV.1 Unterfahung Stadt Freudenstadt). Die Innenstadt von Freudenstadt wird derzeit von den Bundesstraßen B 28 und B 462 durchquert, die am zentralen Marktplatz aufeinandertreffen. Das vorliegende Luftschadstoffgutachten über die Planung dient als Grundlage für die Planfeststellung.

Das Luftschadstoffgutachten beschreibt die Ermittlung der durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursachten Schadstoffemissionen auf Grundlage des aktuellen „Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 4.1 Version November 2019“ [10] und die Berechnung der daraus resultierenden Immissionen in beurteilungsrelevanten Siedlungsbereichen. Die Immissionen wurden hinsichtlich Schutzes der menschlichen Gesundheit nach der 39. BImSchV [17] bewertet.

Die Grundlage für die dazu durchgeführten Immissionsprognosen sind Ausbreitungsrechnungen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT [7] unter Berücksichtigung der Topografie und der Emissionen im Untersuchungsgebiet. Die Vorgehensweise erfüllt die Forderungen der einschlägigen Richtlinie VDI 3783 Blatt 14 „Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung“ [24].

Die Luftschadstoffbelastungen wurden für

- den sog. Vergleichsfall (Nullfall ergänzt durch den vollständigen Ausbau der Stuttgarter Straße und weitere Maßnahmen im Zuge der B 28 neu) und
- den Planfall mit Tunnel Freudenstadt (Vorzugsvariante Stand November 2017)

ermittelt.

Im Sinne einer konservativen Betrachtung (ungünstigste Annahme) wurden die Emissions- und Immissionsprognosen auf Grundlage der Verkehrsprognosen 2030 für eine Fahrzeugflotte des Jahres 2025 durchgeführt. Aufgrund der gesetzlichen Regelungen zur technischen Emissionsminderung ist in späteren Jahren mit geringeren Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge zu rechnen. Damit werden die so ermittelten Emissionen des Straßenverkehrs und damit die Immissionen eher überschätzt.

Ergebnisse der Immissionsprognosen

Die Feinstaubbelastungen an den ausgewählten Immissionsorten unterschreiten die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte nach der 39. BImSchV. Die ermittelten PM₁₀-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 21 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m³. Damit ist an den Fassaden der betrachteten Gebäude davon auszugehen, dass die nach der 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den PM₁₀-Tagesmittelwert nicht erreicht werden.

Die NO₂-Jahresmittelwerte sind bezogen auf den Grenzwert deutlich höher als die NO₂-Kurzzeitbelastungen, d. h. die ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte schöpfen den Grenzwert nach 39. BImSchV stärker aus als die zulässigen Überschreitungen der NO₂-Stundenmittelwerte. Zur Bewertung der NO₂-Immissionen werden daher die Belastungen auf Grundlage der NO₂-Jahresmittelwerte diskutiert.

Die NO₂-Immissionen im Vergleichsfall zeigen längs der Bundesstraßen B 28 und B 462 bzw. Stuttgarter Straße sowie der Ringstraße die erwarteten erhöhten Konzentrationen. Gegenüber dem Außenbereich weist das Stadtzentrum eine höhere Belastung auf. Es gibt jedoch keine Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes von 40 µg/m³.

Im Planfall wird den Immissionsprognosen zufolge in der Ortsdurchfahrt durch die Verkehrsverlagerungen in den Tunnel eine Minderung der NO₂-Belastungen eintreten. Das Stadtzentrum von Freudenstadt und die westlichen Ortsteile werden entlastet. Im Bereich der geplanten Tunnelportale sind die NO₂-Immissionen deutlich erhöht.

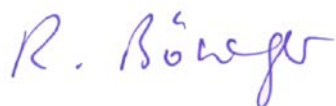
Im nahen Umfeld des geplanten Tunnelportals Ost ist an der Stuttgarter Str. 61 die höchste NO₂-Immission mit 36 µg/m³ im Jahresmittel zu erwarten, damit ist der Grenzwert eingehalten. An der Stuttgarter Str. 56 bewirkt das Abrücken der Straße durch die geplante Knotenpunktgestaltung Schadstoffminderungen gegenüber dem Vergleichsfall.

Im nahen Umfeld des geplanten Tunnelportals West sind die Schadstoffbelastungen im Planfall etwas erhöht bis wenig verändert. An der nächstgelegenen Wohnbebauung unterschreiten die prognostizierten NO₂-Immissionen deutlich den Grenzwert. Im weiteren Verlauf der B 462alt stadteinwärts (Murgtalstraße) sinken im Planfall die Schadstoffbelastungen gegenüber dem Vergleichsfall.

Die Richtwerte LR1 für Heilklimatische Kurorte [3] werden an den für die Luftqualität im Kurort repräsentativen Orten (Kurgebiet, Ortszentrum und Verkehrszentrum) eingehalten. Einzig die konservativ angesetzte PM₁₀-Hintergrundbelastung würde am Kurgebiet-Punkt den Richtwert für Grobstaub überschreiten. Wenn man für die Hintergrundbelastung die Messungen des Deutschen Wetterdienstes zur Prüfung der Luftqualität [19] heranzöge, dann wäre bei der Ermittlung der Gesamtbelastung auch dieser Richtwert eingehalten. Im Sinne der betroffenen Anwohner wurde jedoch die Immissionsprognose für die Bewertung nach 39. BImSchV [17] mit dem konservativen Ansatz der Hintergrundbelastung durchgeführt.

Beurteilung

Insgesamt kann aus den Ergebnissen der durchgeführten Immissionsprognosen abgeleitet werden, dass nach den hier dokumentierten Untersuchungen im Planfall die Grenzwerte nach 39. BImSchV eingehalten werden. Die bei Realisierung der Straßenplanung zu erwartenden erhöhten Schadstoffbelastungen im Umfeld der Tunnelportale erreichen nach den hier vorgestellten Immissionsprognosen keine unzulässig hohen Werte. Für die beurteilungsrelevanten Bereiche (Gebäudefassaden der Nachbargebäude) wurden Immissionen ermittelt, die die Grenzwerte der 39. BImSchV unterschreiten.



Dr. rer. nat. Rainer Böwger

1 Aufgabenstellung

Das Regierungspräsidium Karlsruhe plant den Neubau „B 462 Tunnel Freudenstadt“ (B 28 / B 462 BA IV.1 Unterführung Stadt Freudenstadt). Die Innenstadt von Freudenstadt wird derzeit von den Bundesstraßen B 28 und B 462 durchquert, die am zentralen Marktplatz aufeinandertreffen.

Der Planungsbereich für den Tunnel im Zuge der B 462 in Freudenstadt umfasst den Tunnel und die beiden Portalbereiche mit neuen Knotenpunkten (Knotenpunkt am Westportal im Bereich der Boschenlochkurve der B 462 westlich der Wohnbebauung Salenburgstraße, Knotenpunkt am Ostportal im Bereich der B 28 Stuttgarter Straße zwischen Ringstraße und Schwanenstraße). Durch den Tunnelbau sind Veränderungen der Verkehrsbelastungen im Straßennetz zu erwarten.

Für die Planfeststellung ist ein Luftschadstoffgutachten zu erstellen. Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist die Ermittlung der zu erwartenden Luftschadstoffbelastung und eine Beurteilung der Luftqualität anhand der einschlägigen Beurteilungswerte (Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach der 39. BImSchV [17]). Die Luftschadstoffbelastungen sind für

- den sog. Vergleichsfall (Nullfall ergänzt durch den vollständigen Ausbau der Stuttgarter Straße und weitere Maßnahmen im Zuge der B 28 neu) und
- den Planfall mit Tunnel Freudenstadt (Vorzugsvariante Stand November 2017)

zu ermitteln. Es sind Schadstoffberechnungen übergreifend für den Außerortsbereich und den Innerortsbereich durchzuführen, und zwar für die Schadstoffleitkomponenten NO_2 und PM_{10} .

2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen

2.1 Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Im Rahmen der vorliegenden lufthygienischen Untersuchung ist die Luftschadstoffbelastung hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit zu bewerten. Für die Beurteilung der Immissionen sind die entsprechenden Bewertungen nach der 39. BImSchV [17] vorzunehmen.

In der vorliegenden Untersuchung werden die v. a. vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe Stickoxide NO_x (Summe aus NO und NO_2) sowie Feinstaubpartikel (PM_{10}) behandelt. Diese Schadstoffe gelten als Leitkomponenten im Aufgabengebiet der Luftreinhaltung, weil die Luftbelastung mit anderen in der 39. BImSchV limitierten Schadstoffen in Bezug zu den zugehörigen Grenzwerten deutlich geringer ist. Die zum Schutz der menschlichen Gesundheit maßgeblichen und hier betrachteten Grenzwerte sind in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1. Relevante Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit [17].

Schadstoffkomponente Bezugszeitraum	Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr
Stickstoffdioxid NO_2		
Jahresmittel	40	-
Stundenmittel	200	18
Feinstaub PM_{10}		
Jahresmittel	40	-
Tagesmittel	50	35

2.2 Luftqualitäts-Richtwerte für Kurorte

Für die Luftbeschaffenheit von Heilklimatischen Kurorten wie Freudenstadt gelten erhöhte Anforderungen, die über die o. g. gesetzlichen Anforderungen hinausgehen. Die Beurteilung der Luftqualität in Kurorten erfolgt anhand der Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten [3].

Die hier relevanten Luftqualitätsrichtwerte LR 1 (Jahresmittelwerte) für Kurorte mit erhöhten Anforderungen (z. B. Heilklimatische Kurorte) sind in Tabelle 2 aufgeführt. Für die Messungen zur Bewertung der Luftqualität sind in den verschiedenen Ortsbereichen des Kurortes Probenahmestellen der nachfolgend angegebenen Repräsentanzen je nach Messverfahren einzurichten im:

- Kurgebiet (KG) zur Ermittlung der Hintergrundbelastung,
- Ortszentrum (OZ) zur Ermittlung der örtlichen Zusatzbelastung durch verkehrsbedingte Emissionen,
- Verkehrszentrum (VZ) zur Ermittlung der unmittelbaren verkehrsbezogenen Zusatzbelastung an einem kurgastbezogenen, verkehrsreichen Standort im Ortszentrum.

Tabelle 2. Luftqualitätsrichtwerte LR 1 (Jahresmittelwerte) für Kurorte mit erhöhten Anforderungen [3]

Messobjekt	Kurgebiet (KG)	Ortszentrum (OZ)	Verkehrszentrum (VZ)
Angaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Stickstoffdioxid NO_2	16	20	28
Grobstaub (gesamt) ¹⁾	12	-	22
Grobstaub (schwarz) ¹⁾	1.2	-	4.5
$\text{PM}_{2,5}$	-	-	16
Ruß im $\text{PM}_{2,5}$	-	-	1.4

1) Grobstaubpartikel der Größe 2,5 bis 40 μm

3 Beschreibung des Untersuchungsgebiets

3.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Die Stadt Freudenstadt liegt etwa 65 km südwestlich von Stuttgart und 60 km südlich von Karlsruhe auf einem Hochplateau am Ostrand des Nordschwarzwalds. Freudenstadt ist ein anerkannter Heilklimatischer Kurort und Kneippkurort.

Westlich des Stadtzentrums fällt das Gelände steil zum tief eingeschnittenen Tal des Forbachs ab, der zur Murg fließt. Nach Osten verläuft das Gelände flach abfallend (Abbildung 1). Das Geländere relief variiert im Untersuchungsgebiet von etwa 550 m bis 860 m NHN.

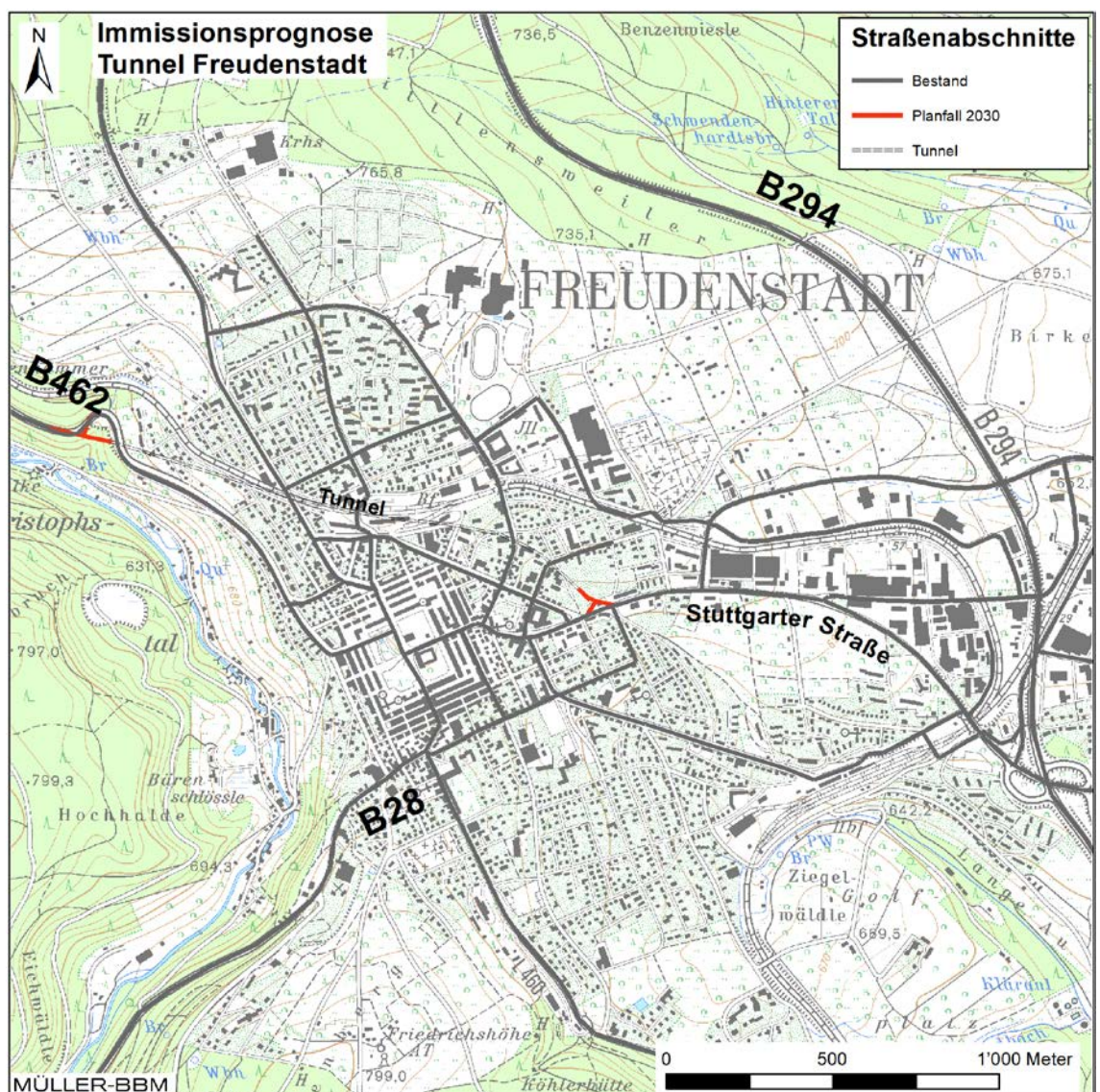


Abbildung 1. Untersuchungsgebiet mit Straßenplanung auf topografischer Karte [27].

Die Verkehrssituation in Freudenstadt wird geprägt durch drei Bundesstraßen. Am Marktplatz im Stadtzentrum treffen B 28 und B 462 aufeinander und führen danach in West-Ost-Richtung gemeinsam als Stuttgarter Straße durch das Stadtgebiet. Weiter östlich verläuft in Nord-Süd-Richtung die B 294. Die Stuttgarter Straße östlich vom Marktplatz ist dicht bebaut (Abbildung 2). In Stoßzeiten entstehen dort längere Stauungen.



Abbildung 2. Stuttgarter Straße in Freudenstadt, unmittelbar östlich des Marktplatzes, Blickrichtung Ost (oben und Mitte) und Blickrichtung West (unten) [18].

3.2 Straßenplanung

Die B 462 soll in einem Tunnel das Stadtgebiet von Freudenstadt unterfahren. Das geplante Tunnelbauwerk soll eine Länge von 1.490 m aufweisen. Sowohl das West- als auch insbesondere das Ostportal liegen in unmittelbarer Nachbarschaft zur Wohnbebauung der Stadt Freudenstadt. Abbildung 3 zeigt den Trassenverlauf der Straßenplanung B 28 / B 462 Freudenstadt, BA IV.1 Unterfahrung Stadt Freudenstadt.

Der Tunnel wird einröhrig, im Gegenverkehr, ohne Standstreifen und mit zwei Fahrspuren ausgeführt. Von Stuttgart aus kommend fährt man durch das Ostportal in den Tunnel ein, aus Baiersbronn kommend trifft man auf das Westportal. Abbildung 4 zeigt das nähere Umfeld an den Tunnelportalen. Vor beiden Portalen ist jeweils ein Verkehrsknoten vorgelagert. Die Zulaufstrecke zum Westportal verläuft relativ steil mit einer Steigung von 6,5% bis 100 m vor dem Westportal. Anschließend steigt die Trasse moderat mit einer Steigung von 1 % in den ersten 260 Tunnelmetern an, und erhöht sich dann auf eine Längsneigung von 2 % bis 2,5 % auf der restlichen Tunnelstrecke.

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit für den Tunnelbereich beträgt 70 km/h. Mit Stockungen oder Stau des Verkehrs ist im Tunnel nur in Ausnahmefällen (Unfall o. ä.) zu rechnen. Nach Angaben des Tunnellüftungsgutachters kann im Regelbetrieb eine Längslüftung ohne Vorzugsrichtung angenommen werden [11].

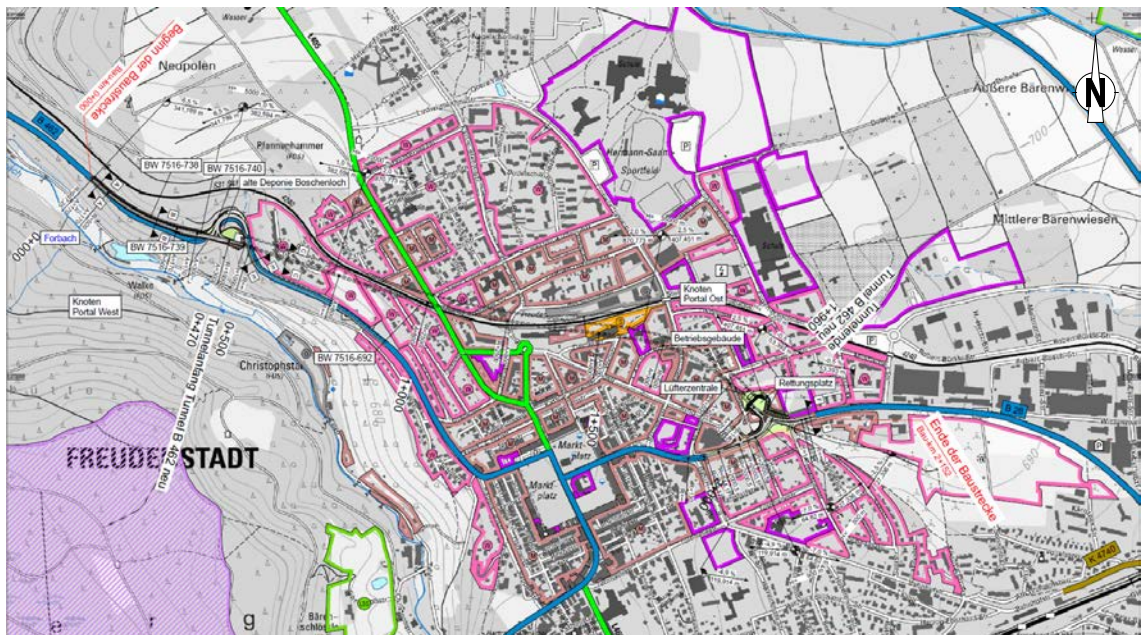


Abbildung 3. Lageplan der Straßenplanung B 28 / B 462 Freudenstadt, BA IV.1 Unterfahrung Stadt Freudenstadt [12].

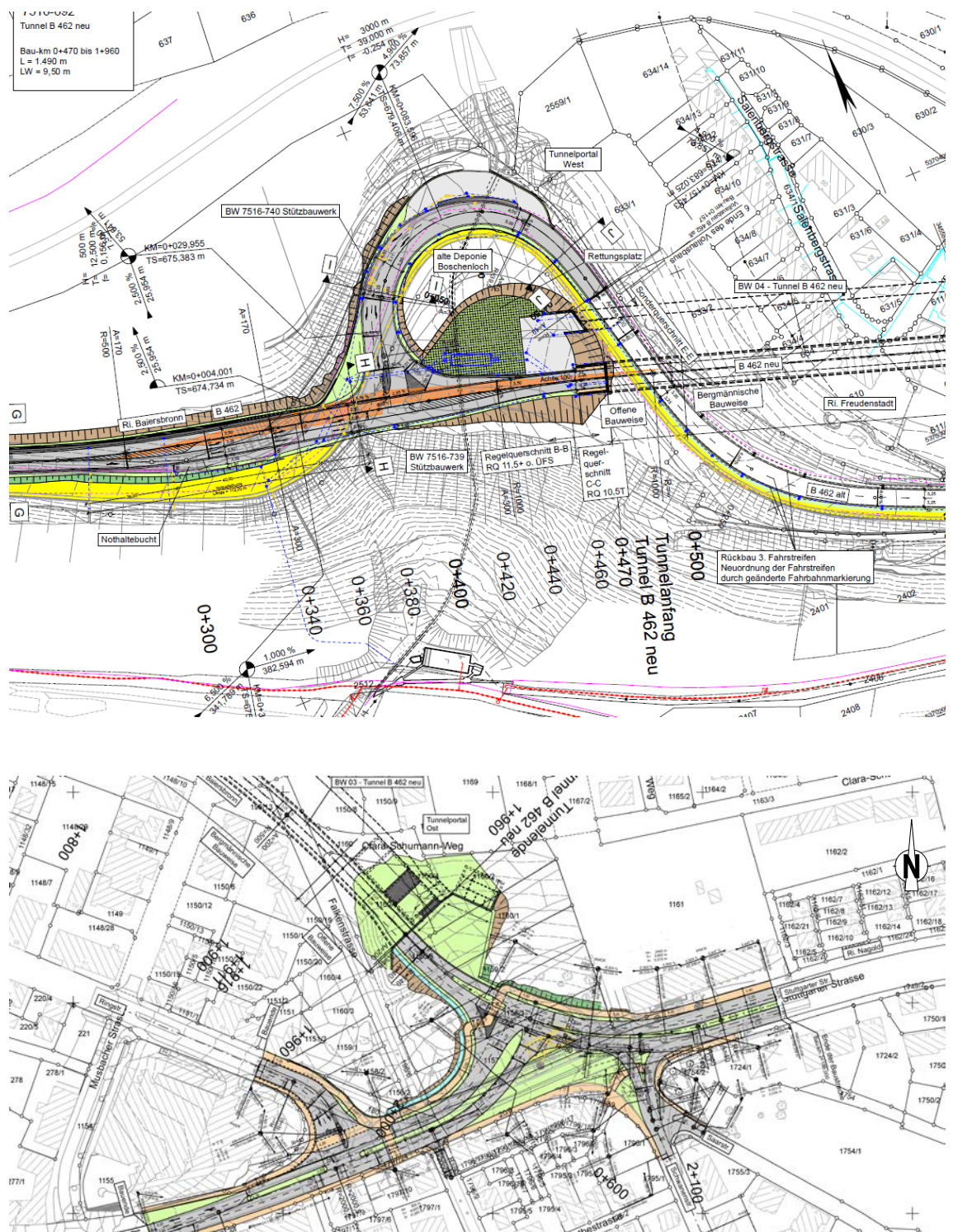


Abbildung 4. Lageplan der Straßenplanung B 28 / B 462 Freudenstadt, BA IV.1 Unterführung Stadt Freudenstadt, Westportal (Mitte) und Ostportal (unten) [12].

4 Technische Grundlagen

4.1 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren

Die vorliegende lufthygienische Untersuchung beinhaltet die Ermittlung der durch den Straßenverkehr verursachten Schadstoffemissionen, die Berechnung der daraus resultierenden Immissionen und die Bewertung dieser anhand der einschlägigen Beurteilungswerte der 39. BImSchV [17]. Die zugrundeliegende Vorgehensweise und die Berechnungsverfahren genügen den Forderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 14 „Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen“ [24].

Für die Prognose der Luftschadstoffbelastungen ist ein Verfahren anzuwenden, das die topografischen Gegebenheiten mit dem ausgeprägten Relief und innerörtliche Bereiche berücksichtigt. Um die örtlichen Windverhältnisse zu berücksichtigen, sind die Immissionsberechnungen mit einem geeigneten dreidimensionalen Strömungs- und Ausbreitungsmodell durchzuführen. Die von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) veröffentlichten synthetischen Windrosen [5] zeigen für das Untersuchungsgebiet räumlich differenziert Einflüsse von lokalen Windsystemen.

Die Berechnungen der Emissionen und Immissionen wurden mit den für diese Aufgabenstellung geeigneten Prognosemodellen PROKAS und LASAT durchgeführt. Es wurden die Schadstoffkonzentrationen flächenhaft im Untersuchungsgebiet und punktuell für repräsentative Untersuchungspunkte in der Ortsdurchfahrt und an der zu den Tunnelportalen nächstgelegenen Bebauung berechnet.

Die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen (Masse der von den Fahrzeugen verursachten Schadstoffe) erfolgte entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ [22] auf Grundlage der aktuellen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA Version 4.1“ [10]. Die Schadstoffemissionen wurden auf Grundlage der vom Verkehrsgutachter zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen [28] und der den angesetzten Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren berechnet.

Die von der Topografie beeinflussten Luftströmungen und die Ausbreitung der Schadstoffe wurden mit dem dreidimensionalen Ausbreitungsmodell LASAT¹ berechnet [7]. Damit konnten die Emissionen auf den berücksichtigten Straßenabschnitten und die örtlichen meteorologischen Verhältnisse in die Berechnungen einbezogen werden. Die Ermittlung der Immissionen in der dicht bebauten Ortsdurchfahrt erfolgte mit dem Verfahren PROKAS [20]. Für die Immissionsberechnungen wurden lokal repräsentative meteorologische Daten der DWD-Station Freudenstadt verwendet [15].

¹ Das Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrange-Simulation von Aerosol-Transport) berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, indem für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird (Lagrange-Simulation).

Die Schadstoffhintergrundbelastung wurde anhand von Messdaten abgeschätzt. Es wurden die verkehrsbedingten Immissionen im Untersuchungsgebiet flächenhaft ermittelt und der Hintergrundbelastung überlagert.

Die Parametrisierung der luftchemischen Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgte nach [26]. Diese Vorgehensweise wurde durch Auswertungen von Messdaten für NO₂-Jahresmittelwerte bis 60 µg/m³ bestätigt [2].

Ermittlung der Kurzzeitbelastungswerte

Die Betrachtung der PM₁₀-Kurzzeitbelastung erfolgt mit Hilfe der funktionalen Abhängigkeit zwischen der Anzahl der Tage mit PM₁₀-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m³ und dem PM₁₀-Jahresmittelwert, die in einem Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt aus Messdaten abgeleitet wurde [8]. Eine Überschreitung des PM₁₀-Kurzzeitgrenzwertes wird mit diesem Ansatz für PM₁₀-Jahresmittelwerte größer als 30 µg/m³ abgeleitet.

Nach einem Ansatz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz LANUV von Nordrhein-Westfalen wird bei einem PM₁₀-Jahresmittelwert zwischen 29 µg/m³ und 32 µg/m³ die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten [13]. Nach [21] kann davon ausgegangen werden, dass der PM₁₀-Tagesmittelgrenzwert eingehalten wird, wenn der PM₁₀-Jahresmittelwert nicht mehr als 27 bis 30 µg/m³ beträgt. Der PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert ist daher wesentlich strenger als der zulässige Jahresmittelwert für PM₁₀ von 40 µg/m³.

Bezüglich NO₂ ist aus Messdaten der umgekehrte Zusammenhang bekannt. Hier ist der Jahresmittelwert erwartungsgemäß die kritischere Größe. Statistische Auswertungen von gemessenen NO₂-Konzentrationen weisen im Vergleich der NO₂-Kurzzeitbelastungswerte mit dem zugehörigen Jahresmittelwert an allen Messorten den Jahresmittelwert als die kritischere Größe aus. Unterschreitet die NO₂-Belastung im Jahresmittel den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³, so ist im Regelfall auch die Einhaltung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit (18mal pro Jahr) des Stundengrenzwerts von 200 µg/m³ zu erwarten. Aus diesem Grund erfolgt im Zuge des vorliegenden Berichts keine explizite Bestimmung und Bewertung der Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundengrenzwerts. Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt anhand der kritischeren Komponente NO₂-Jahresmittelwert.

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrszahlen wurden vom Verkehrsgutachter [28] [29] übergeben. Die zur Verfügung gestellten und in den Emissions- und Immissionsberechnungen verwendeten Verkehrsdaten sind in Abbildung 5 und Abbildung 6 angegeben. Der Prognosehorizont der Verkehrsdaten liegt im Jahr 2030. Die Verkehrszahlen wurden als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken an Werktagen (DTV_w in Kfz/24h) und als werktäglicher Schwerverkehr SV (> 3,5 t zGG) angegeben.

Auf den berücksichtigten Straßenabschnitten wurde nach [1] für die Fahrzeugflottenzusammensetzung ein mittlerer Anteil der leichten Nutzfahrzeuge (INfz < 3,5 t zGG) von 9 % am Leichtverkehr (Pkw und INfz) und der Linien- oder Reisebusse von 13 % am Schwerverkehr angesetzt.

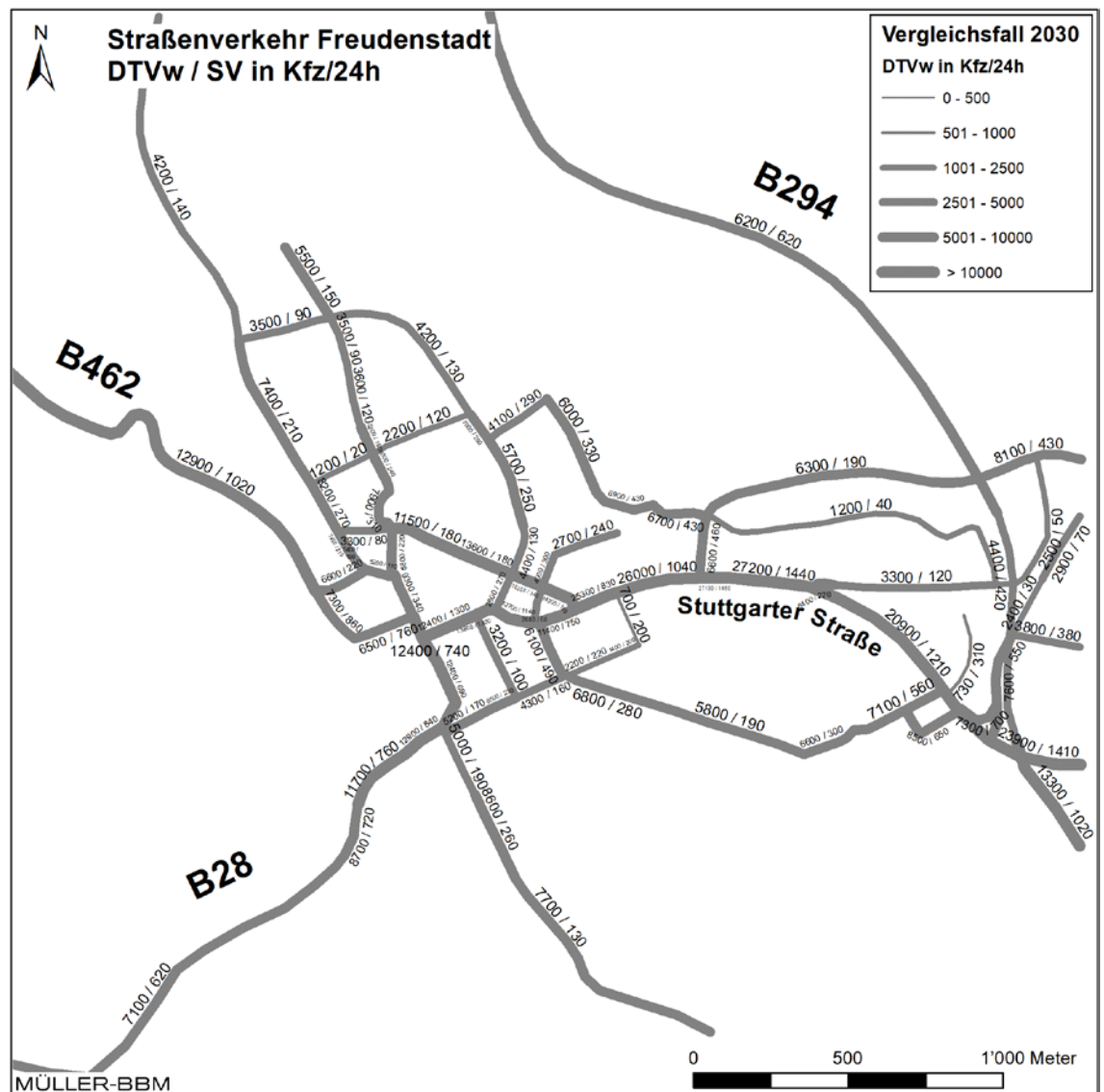


Abbildung 5. Vergleichsfall (Nullfall) Prognose 2030 - Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken an Werktagen (DTV_w) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SV (über 3,5 t zul. Gesamtgewicht) [28] [29].

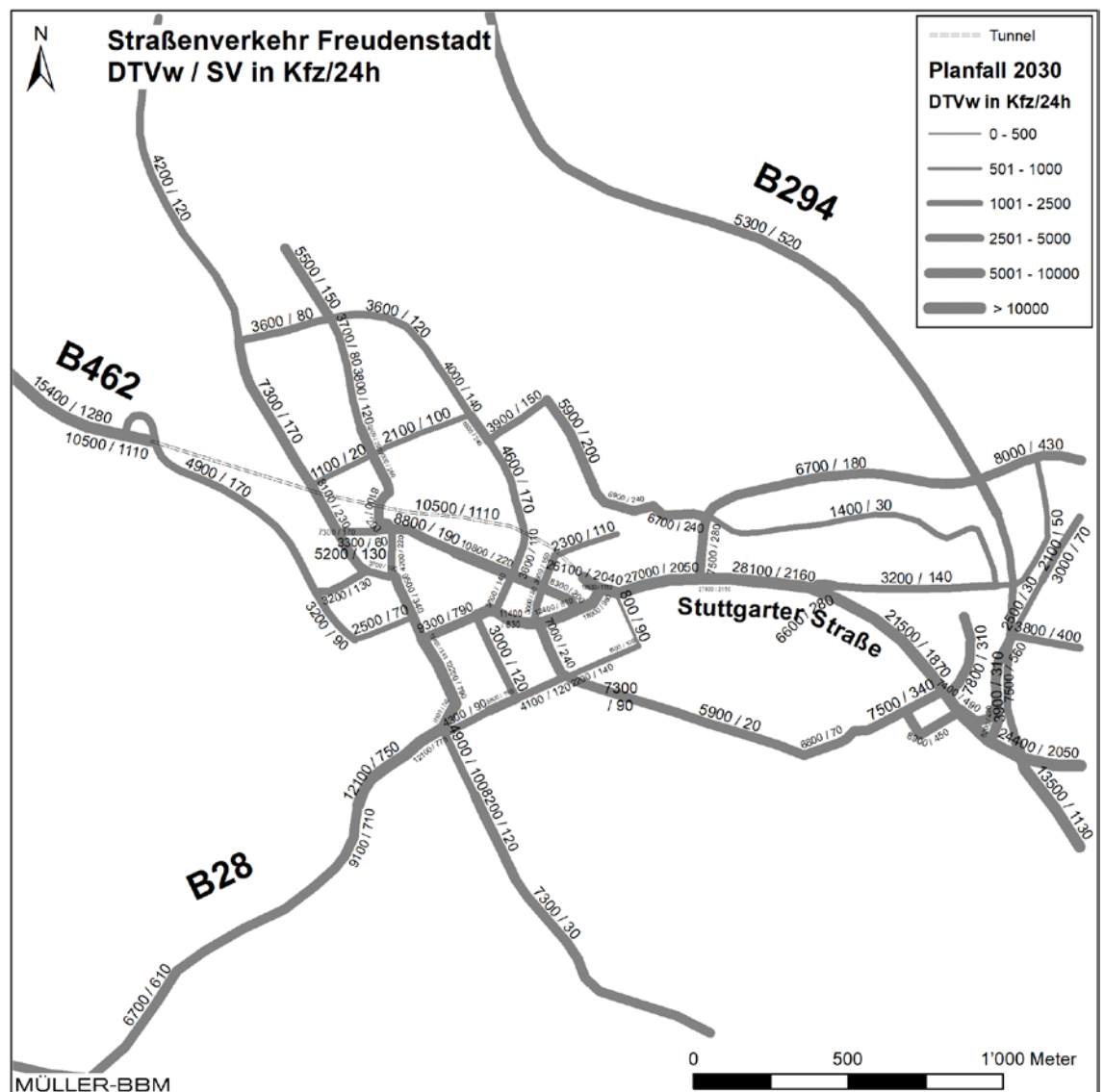


Abbildung 6. Planfall Tunnel Freudenstadt Prognose 2030 - Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken an Werktagen (DTV_w) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SV (über 3,5 t zul. Gesamtgewicht) [28] [29].

4.3 Emissionen des Straßenverkehrs

Die Berechnung der Schadstoffemissionen erfolgte auf Basis der o. a. Verkehrsmengen und Aufteilungen auf Fahrzeugarten sowie der Verkehrssituationen. Anhand der Verkehrsdaten und den Emissionsfaktoren pro Kfz wurden entsprechend der einschlägigen Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 „Kfz-Emissionsbestimmung“ [22] die vom Straßenverkehr freigesetzten Schadstoffmengen (Emissionen) berechnet. In der vorliegenden Untersuchung werden die Schadstoffe Stickoxide (NO_x bzw. NO und NO₂) und Feinstaubpartikel (PM₁₀) behandelt.

Die Abgas-Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge wurden dem einschlägigen "HBEFA Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 4.1 November 2019" [10]

für die betrachteten Bezugsjahre entnommen. Es wurden zusätzlich auch nicht-motorbedingte Partikelemissionen durch Abrieb und Aufwirbelung von Feinstaub (non-exhaust) nach HBEFA 4.1 berücksichtigt.

Das HBEFA gliedert die Verkehrssituationen anhand von vier Kategorien: Gebietstyp (ländlicher Raum oder städtisch/Ballungsraum), funktionale Straßentypen, Tempolimit und Verkehrsqualität (levels of service LOS). Die Straßentypen werden unterschieden nach Autobahnen (AB), Fern- und Bundesstraßen (fern), Verbindungsstraßen zwischen Ortschaften (samm), dto. mit Kurven (sammk), Hauptverkehrsstraßen (hvs) und Erschließungsstraßen (erschl). Zudem werden im HBEFA die Emissionsfaktoren für verschiedene Längsneigungen der Straßen angegeben.

Die Verkehrssituation im Untersuchungsgebiet wurde nach HBEFA dem Gebietstyp „ländlicher Raum“ zugeordnet. Die Verkehrsqualität wird im HBEFA durch einen 5stufigen level of service (LOS) klassifiziert. Für den fließenden Verkehr wurde auf den Straßen im Untersuchungsgebiet die Verkehrsqualität nach HBEFA als „dichter Verkehr (LOS 2)“ eingestuft. Nach Aussagen der Herausgeber des HBEFA ist diese Verkehrsqualität die bei Verkehr ohne Störung auf nahezu allen Straßen anzusetzende.

Die Emissionsfaktoren für die Prognosen 2030 wurden für eine Verkehrsflottenzusammensetzung nach HBEFA 4.1 im Bezugsjahr 2025 ermittelt. Dieser Ansatz ist konservativ, da er die zukünftig ungünstigste Situation abbildet. Aufgrund der gesetzlichen Regelungen zur technischen Emissionsminderung ist in späteren Jahren mit geringeren Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge zu rechnen.

Die sog. Kühl- und Kaltstartemissionen, d. h. die Emissionen aus noch nicht warmgelaufenen Fahrzeugmotoren, wurden gemäß Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 [22] bei den Emissionsberechnungen berücksichtigt.

Die im Untersuchungsgebiet angesetzten Verkehrssituationen sind Abbildung 7 und Abbildung 8 zu entnehmen. In Tabelle 3 sind die verwendeten Emissionsfaktoren differenziert nach Leichtverkehr LV (Personenkraftwagen, inkl. leichte Nutzfahrzeuge) und Schwerverkehr SV (schwere Nutzfahrzeuge und Busse) aufgeführt.

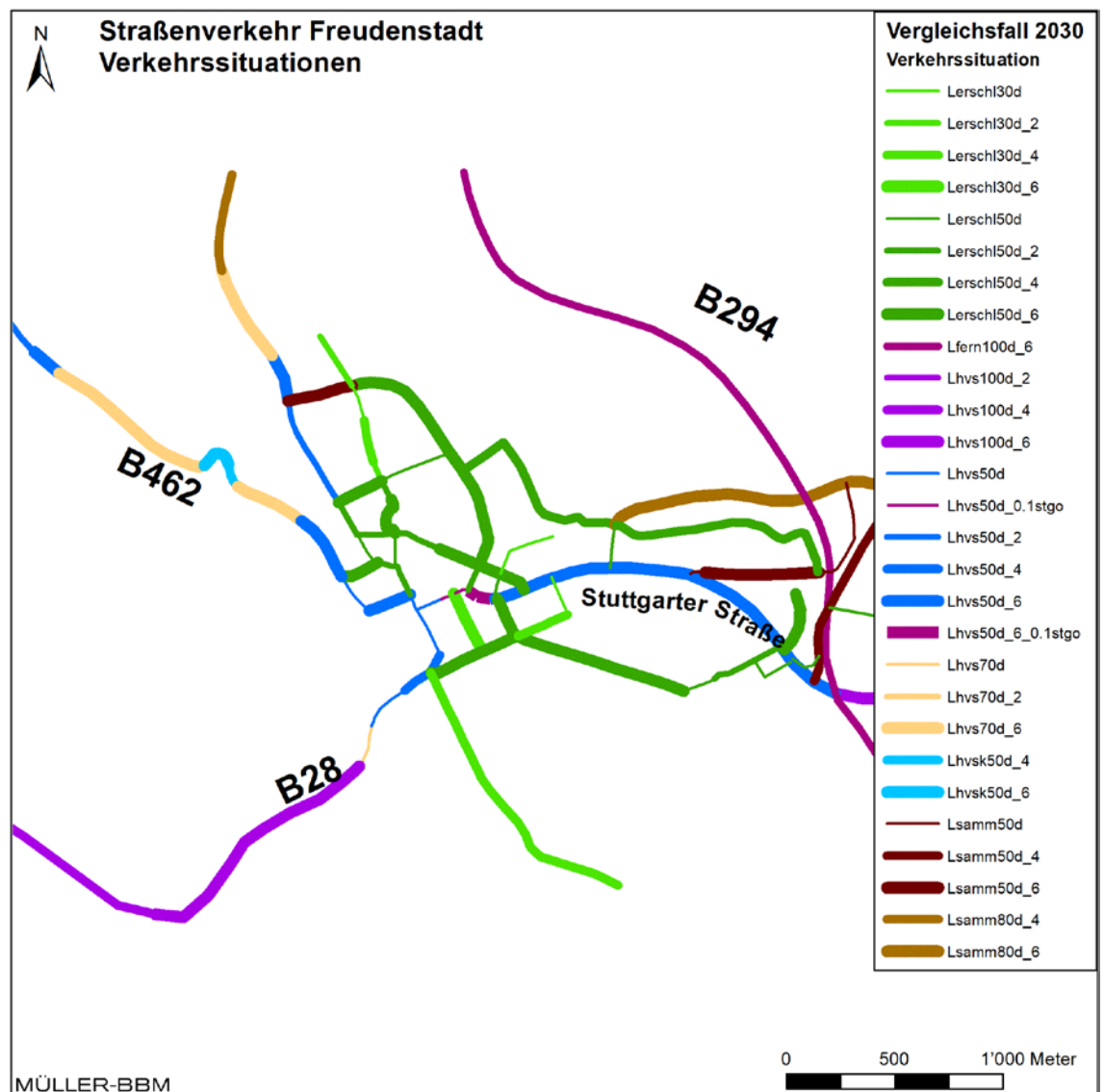


Abbildung 7. Verkehrssituationen Vergleichsfall (Nullfall) nach HBEFA [10].

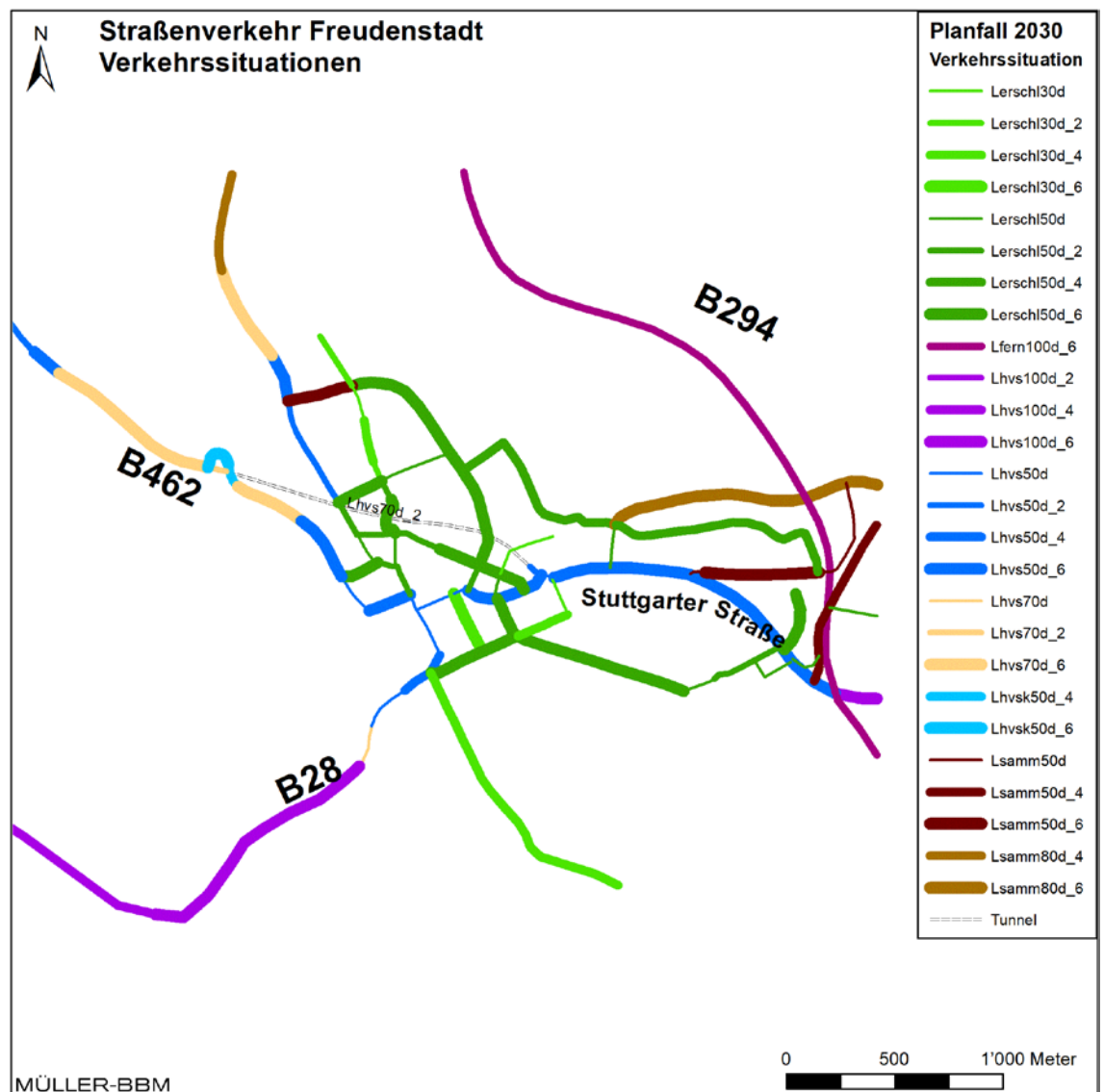


Abbildung 8. Verkehrssituationen Planfall Tunnel Freudenstadt nach HBEFA [10].

Tabelle 3. Emissionsfaktoren Leichtverkehr (LV=Pkw und INfz) und Schwerverkehr SV (SNF und BUS) nach HBEFA 4.1 November 2019 [10] für ein Fahrzeugflotte im Jahr 2025.

Verkehrssituation	Längs- neigung	NOx		PM ₁₀ inkl. non-exhaust	
		LV	SV	LV	SV
		in [mg/km] je Fahrzeug			
Lfern100d_6	+/-6%	360	860	34	142
Lhvs100d_2	+/-2%	200	1'280	32	144
Lhvs100d_4	+/-4%	250	950	32	142
Lhvs100d_6	+/-6%	340	940	33	143
Lsamm80d_4	+/-4%	270	1'160	36	363
Lsamm80d_6	+/-6%	330	1'050	37	364
Lhvs70d	0%	210	1'360	35	366
Lhvs70d_2	+/-2%	220	1'580	35	365
Lhvs70d_6	+/-6%	310	1'110	36	365
Lhvs50d	0%	230	1'990	36	369
Lhvs50d_2	+/-2%	230	1'800	36	369
Lhvs50d_4	+/-4%	260	1'410	36	369
Lhvs50d_6	+/-6%	310	1'350	36	370
Lhvs50d_4	+/-4%	310	2'330	37	374
Lhvs50d_6	+/-6%	360	2'170	37	375
Lsamm50d	0%	260	2'140	36	373
Lsamm50d_4	+/-4%	300	1'940	37	372
Lsamm50d_6	+/-6%	340	1'700	37	373
Lersch150d	0%	320	2'170	39	521
Lersch150d_2	+/-2%	320	1'970	39	521
Lersch150d_4	+/-4%	350	1'620	41	521
Lersch150d_6	+/-6%	390	1'490	40	522
Lersch30d	0%	300	2'640	39	529
Lersch30d_2	+/-2%	300	2'500	39	529
Lersch30d_4	+/-4%	320	2'180	39	529
Lersch30d_6	+/-6%	350	2'070	39	530
Lhvs50d_0.1stgo	0%	240	2'440	37	457
Lhvs50d_6_0.1stgo	+/-6%	320	1'860	38	458

Lhvs100d_2 Ländlich, Hauptverkehrsstraße, Tempo 100, dichter Verkehr, Längsneigung ±2%

Lhvs70d Ländlich, Hauptverkehrsstraße, Tempo 70, dichter Verkehr, Längsneigung 0%

Lsamm80d_6 Ländlich, Sammelstraße, Tempo 70, dichter Verkehr, Längsneigung ±6%

Lhvs50d Ländlich, Hauptverkehrsstraße, Tempo 50, dichter Verkehr, Längsneigung 0%

Lhvs50d_0.1stgo Lhvs50d mit 10 % Stauanteil

Lhvs50d Ländlich, Hauptverkehrsstraße kurvig, Tempo 50, dichter Verkehr, Längsneigung 0%

Lersch30d Ländlich, Erschließungsstraße, Tempo 30, dichter Verkehr, Längsneigung 0%

Die für die Immissionsprognosen angesetzten Emissionsquellstärken der jeweiligen Straßenabschnitte wurden aus den o. a. Emissionsfaktoren in Verbindung mit den Verkehrsmengen für die betrachteten Straßenabschnitte (Abschnitt 4.2) berechnet. Die ermittelten Emissionsdichten sind für die hier betrachteten Untersuchungsfälle im Anhang A dargestellt.

4.4 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das LASAT-Rechengebiet für die Ausbreitungsrechnung wurde als ein rechteckiges Gebiet mit einer Kantenlänge von 4.760 m × 3.280 m definiert, das ist größer als das Untersuchungsgebiet (Abbildung 9). Damit werden die Auswirkungen der planungsbedingten Änderungen der Verkehrsbelastungen [28] auf die Schadstoffemissionen vollständig erfasst.

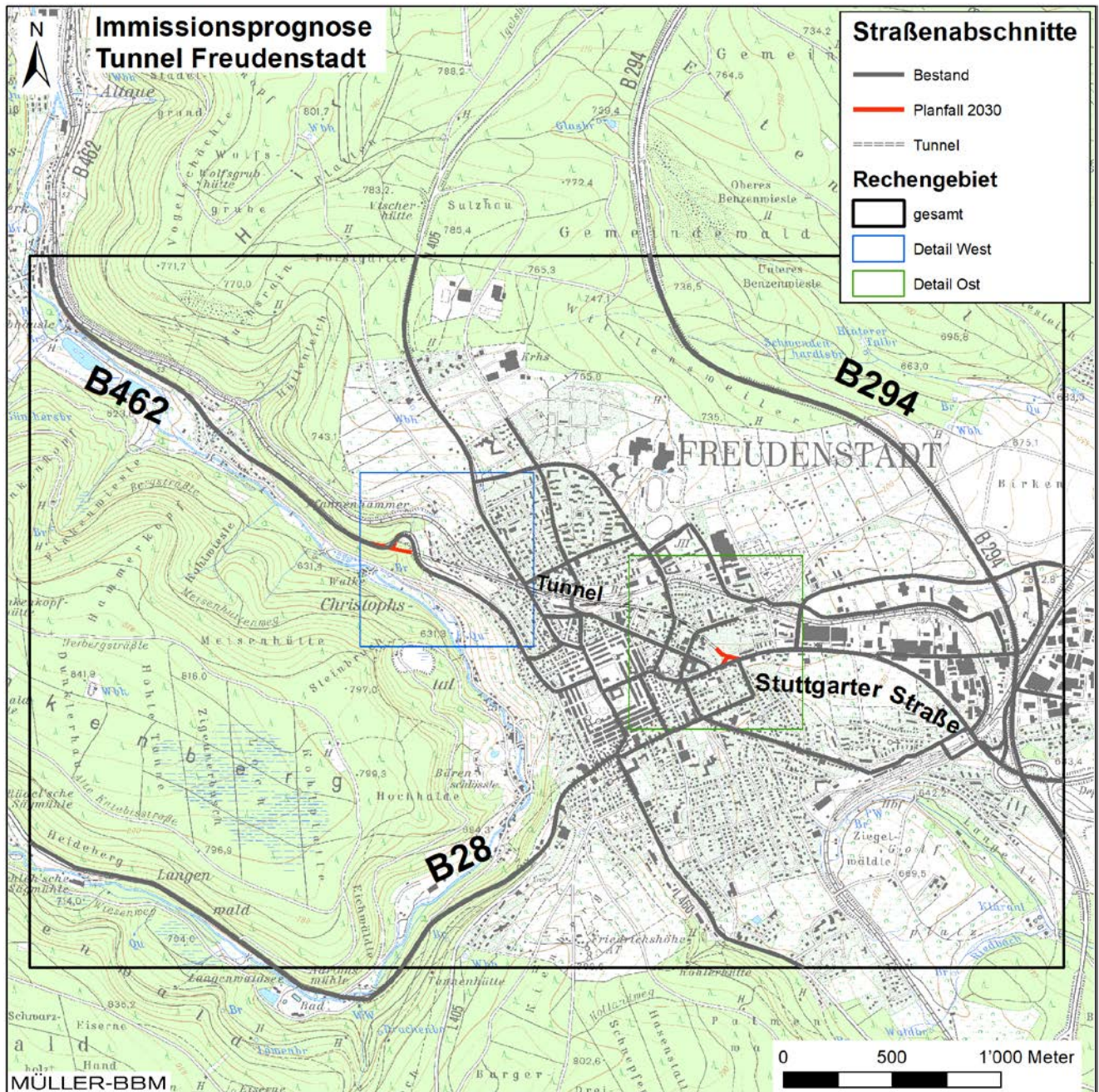


Abbildung 9. LASAT-Rechengebiet (mehrfach geschachteltes Gitter).

Das Raster zur Berechnung der Immissionen wurde mit einem mehrfach geschachtelten Gitter festgelegt. Die Maschenweite in den inneren, feinsten Netzen (Detailbetrachtung) wurde mit 5 m festgelegt. Diese Auflösung ermöglicht die für die Beurteilung nötige Aussageschärfe. Im äußeren Gitter wurde gemäß den Anforderungen des Ausbreitungsmodells [7] die Maschenweite mit 10 m proportional größer gewählt.

Die bodennahen Konzentrationen an den Aufpunkten wurden als Mittelwerte über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet und sind damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen eines Rechengitterelementes berechneten Mittelwerte werden als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte interpretiert.

4.5 Berücksichtigung von Geländedaten

Das Geländere Relief variiert im Rechengebiet zwischen ca. 550 m und 860 m über Normalhöhen null (NHN). Zur Berücksichtigung der Orographie bei der Berechnung des Windfeldes wurden die Höhendaten im Rechengebiet in Form eines Digitalen Geländemodells (DGM) in einer Rasterauflösung von 5 m zugrunde gelegt. Die digitalen Geländehöhen des Landesvermessungsamtes wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt [6].

Auf Basis dieser Geländedaten wurde ein digitales Geländemodell (siehe Relief in Abbildung 10) erstellt, das bei den Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen mit LASAT verwendet wurde.

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Anhang 3 der TA Luft aus den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters [4] zu bestimmen. Auf Basis der Geländenutzungsdaten wird in den Ausbreitungsrechnungen die Bodenrauigkeit $z_0 = 1,0$ m angesetzt. Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Nr. 8.6 in Anhang 3 der TA Luft mit $d_0 = z_0 \times 6$.

Die Topografie (insbesondere das Geländere Relief) hat infolge von Umlenkungs- oder Kanalisierungseffekten einen Einfluss auf das örtliche Windfeld und damit auf die Ausbreitungsbedingungen. Dem wird durch die Anwendung eines der Ausbreitungsrechnung vorgeschalteten Windfeldmodells [7] Rechnung getragen, welches die genannten Effekte abbildet.

Da im Rechengebiet Steigungen von mehr als 1:5 auftreten, ist die Anwendbarkeit eines diagnostischen Windfeldmodells nicht von vornherein gewährleistet. Die mit dem mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodell LPRWND [7] berechneten Windfeldbibliotheken weisen allerdings einen maximalen Divergenzfehler von 0,015 auf und entsprechen damit den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13 [23], nach denen die Windfelder möglichst divergenzfrei sein sollten und die dimensionslose skalierte Divergenz in keiner Gitterzelle den Wert 0,05 überschreiten sollte. Aus diesem Grund und da die Steigungen > 1:5 außerhalb des Untersuchungsgebietes vorliegen, kann von der Verwendung eines deutlich aufwendigeren prognostischen Windfeldmodells abgesehen werden.

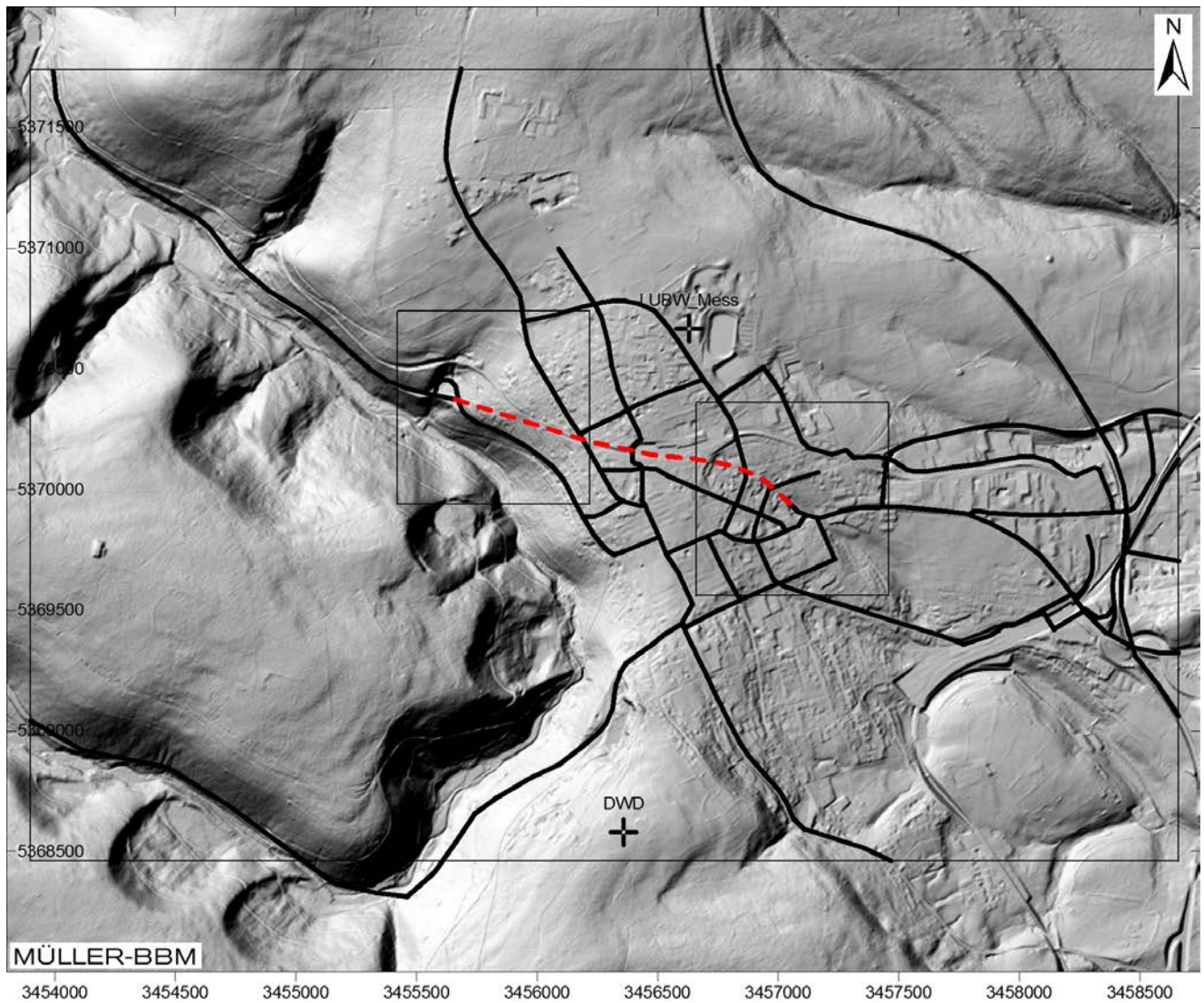


Abbildung 10. Geländere relief im LASAT-Rechengebiet mit Lage der Messstellen, berücksichtigten Straßenabschnitten (schwarz) und Tunnelplanung (rot).

4.6 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten benötigt, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind. Hierfür sind meteorologische Daten zu verwenden, die für das Untersuchungsgebiet charakteristisch sind.

Die meteorologischen Verhältnisse können mit den Daten der nahegelegenen DWD-Station Freudenstadt [15] abgebildet werden, die für die Höhenlage im Untersuchungsgebiet charakteristisch ist. Der Messstandort befindet sich in freier Lage südlich von Freudenstadt bei den Koordinaten Gauß-Krüger-Rechtswert 3456360 und Hochwert 5368580 in einer Höhe von 750 m über NHN. Die Messhöhe ist 34,4 m über Grund. Das LASAT-Rechengebiet für die Ausbreitungsrechnung wurde soweit nach Süden verlängert, dass die Messstation sich innerhalb des Rechengebiets befindet.

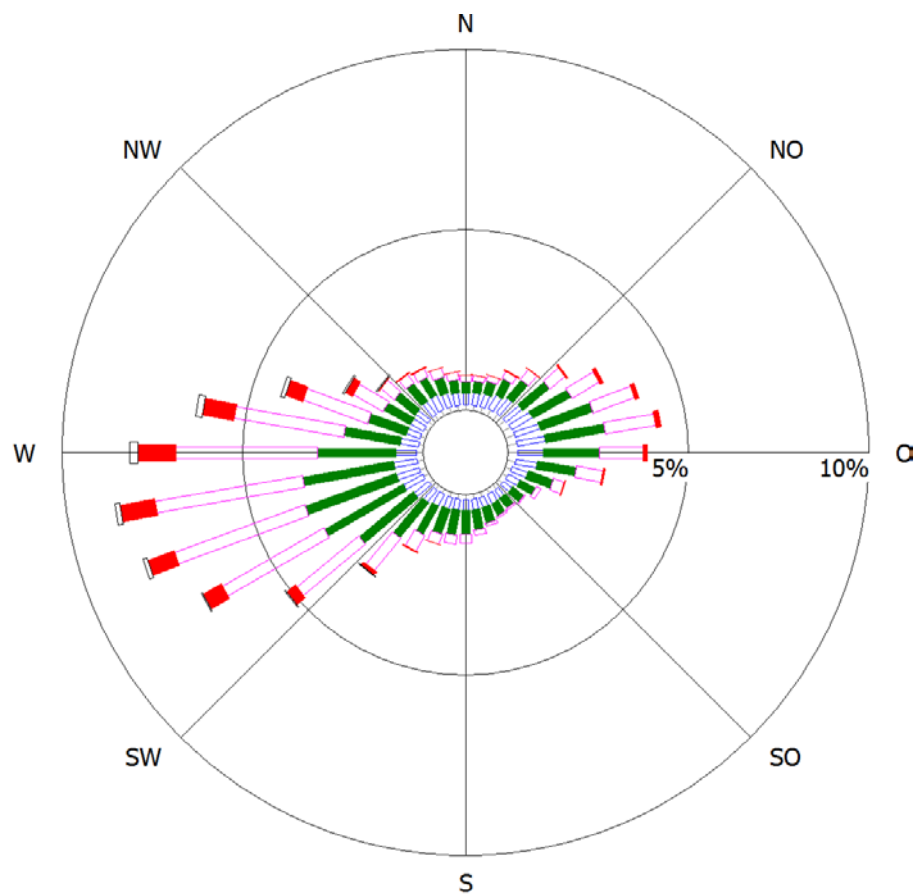
Abbildung 11 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen an der DWD-Station Freudenstadt. Die Windrose zeigt ein für die Höhenlage typisches Primärmaximum aus westlichen Richtungen. Ein schwächer ausgeprägtes Sekundärmaximum liegt bei östlichen Richtungen vor. Hohe Windgeschwindigkeiten liegen überwiegend bei westlichen Richtungen vor.

Das wesentliche Charakteristikum für den Turbulenzzustand und damit die Fähigkeit zur Verdünnung von Schadstoffemissionen stellen die sogenannten Ausbreitungsklassen ABK dar. Stabile Schichtungen der Atmosphäre (ABK I und II), zu denen unter anderem die austauscharmen Inversionswetterlagen gehören, sind in ca. 31 % aller Jahresstunden zu erwarten. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3,8 m/s.

Die vom Partikelmodell LASAT benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen

- Windrichtung in Anemometerhöhe
- Monin-Obukhov-Länge
- Mischungsschichthöhe
- Rauigkeitslänge
- Verdrängungshöhe

wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 [25] und entsprechend den im Anhang 3 der TA Luft [9] festgelegten Konventionen bestimmt.



DWD-Station	: Freudenstadt	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
RW	: 3456360	I : 11.1 %	—	1.4 bis 2.3 m/s
HW	: 5368580	II : 19.8 %	—	2.4 bis 3.8 m/s
Meßhöhe	: 34,4	III/1 : 43.1 %	—	3.9 bis 6.9 m/s
Windgeschw.	: 3.8 m/s	III/2 : 14.8 %	—	7.0 bis 10 m/s
		IV : 7.2 %	—	größer 10 m/s
		V : 3.9 %		

Abbildung 11. Freudenstadt - Häufigkeitsverteilungen von Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen [15].

4.7 Hintergrundbelastung

Die Gesamt-Immission (Konzentration) eines Schadstoffes setzt sich aus der lokal vorhandenen Hintergrundbelastung und der Zusatzbelastung zusammen, die von den bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigten Emissionen verursacht wird. Die lokale Hintergrundbelastung resultiert aus der Überlagerung von Schadstoffen aus überregionalem Ferntransport und aus Industrie, Hausbrand sowie anderen bei den Ausbreitungsrechnungen nicht berücksichtigten Schadstoffquellen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die explizit in den Ausbreitungsrechnungen einbezogenen Emissionen vorliegen würde. Die Hintergrundbelastung

kann aus geeigneten quellen erhobenen Messdaten abgeleitet werden oder bei Vorliegen von Messungen innerhalb des Untersuchungsgebietes durch Ermittlung der von den berücksichtigten Straßen an der Messstelle verursachten Schadstoffbelastung, so dass die lokale Hintergrundbelastung ohne Verkehrseinfluss abgeleitet werden kann.

Im vorliegenden Fall liegen Messungen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW von der Station Freudenstadt bis zum Jahr 2010 vor [14]. Im Jahr 2011 wurde die Station abgebaut. Die Jahreskenngrößen für diese und die nächstgelegenen Messstationen sind zusammen mit den vom Betreiber angegebenen Klassifizierungen der Stationen in der Tabelle 4 aufgeführt. Die Messwerte sind nicht unmittelbar als Hintergrundbelastung anzusetzen, weil sie je nach Standort mehr oder weniger von Verkehrseinflüssen geprägt sind. Die Stationen werden vom Betreiber entsprechend ihrer Lage in Bezug zu den wesentlichen Emittenten klassifiziert. Die Station Freudenstadt wird als vorstädtische Hintergrundstation klassifiziert.

Tabelle 4. Messdaten (Jahreskenngrößen) der nächstgelegenen Messstationen sowie deren Klassifizierung [14].

Station	Jahr	NO ₂ [µg/m ³]	PM _{2,5} [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]	PM ₁₀ -TM>50 [-]	Stations- klassifizierung	Entfernung [km]
Freudenstadt *	2005	9	--	14	1	vorstädtisch, Hintergrund	0.8
	2006	10	--	15	4		
	2007	10	--	12	1		
	2008	10	--	11	1		
	2009	11	--	13	1		
	2010	13	--	13	1		
Gärtringen	2015	15	--	14	1	vorstädtisch, Hintergrund	41.1
	2016	15	--	13	6		
	2017	14	--	14	6		
	2018	14	--	14	2		
Villingen-Schwenningen	2015	15	--	15	1	vorstädtisch, Hintergrund	46.5
	2016	14	--	13	0		
	2017	13	--	13	1		
	2018	14	--	14	1		
Schwarzwald-Süd	2015	4	6	9	0	ländlich regional, Hintergrund	87.7
	2016	4	5	7	0		
	2017	3	5	8	0		
	2018	5	6	9	0		

* Station 2011 abgebaut

Bei den Immissionsprognosen wurden auf dieser Grundlage die folgenden Jahresmittelwerte als Hintergrundbelastung angesetzt:

- 13 µg/m³ für NO₂
- 13 µg/m³ für PM₁₀

Der Ansatz für die PM₁₀-Hintergrundbelastung ist konservativ, damit wäre am Messpunkt „Kurgebiet“ der Richtwert für Grobstaub in Kurorten überschritten. Die im Zeitraum 21.01.2005 bis 03.03.2006 zur Beurteilung der Luftqualität durchgeführten Messungen des Deutschen Wetterdienstes [18] belegen jedoch mit 5,1 µg/m³ an der Probenahmestelle Kurgarten die Einhaltung des Richtwertes.

Im Sinne der betroffenen Anwohner wurde die Immissionsprognose für die Bewertung nach 39. BImSchV [17] mit dem o. g. konservativen Ansatz für die Hintergrundbelastung durchgeführt.

5 Ergebnisse der Immissionsprognosen

5.1 Allgemeines

Mit dem Ausbreitungsmodell LASAT [7] bzw. PROKAS [20] wurden unter Berücksichtigung der Schadstoffemissionen (Abschnitt 4.3), der Topografie (Abschnitt 4.5) sowie der meteorologischen Daten (Abschnitt 4.6) die Immissionszusatzbelastungen ermittelt und der Hintergrundbelastung (Abschnitt 4.7) überlagert. Als Ergebnisse der Berechnungen liegen für die betrachteten Immissionsorte die prognostizierten Luftschadstoff-Gesamtbelastungen (Immissionen) vor. Die Beurteilung der Immissionen erfolgt nach den Vorgaben der 39. BImSchV [17].

In den nachfolgenden Abbildungen sind die für das Niveau in 1,5 m über Grund (bodennah) berechneten Immissionen flächendeckend für das Untersuchungsgebiet grafisch dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Farben, die bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet sind. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Die Farbgebung orientiert sich jeweils an der Hintergrundbelastung (hellblau) und Überschreitungen des Grenzwertes (rot bis lila). Die berücksichtigten Straßenabschnitte und die ausgewählten Untersuchungspunkte (Abschnitt 5.3) sind in den Abbildungen jeweils markiert.

5.2 Flächenhafte Immissionsdarstellung

Die ermittelten Feinstaubimmissionen PM_{10} sind in Anhang B dargestellt. Die ermittelten PM_{10} -Immissionen (Abbildung 21 und Abbildung 22) unterschreiten den Grenzwert für den Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich. Die nach 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den Tagesgrenzwert von PM_{10} werden an den beurteilungsrelevanten Bereichen entsprechend der in Abschnitt 4.1 genannten Korrelation deutlich unterschritten. Bei prognostizierten Gesamtbelastungen an den Gebäudefassaden von weniger als $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist nicht mit einer Überschreitung der zulässigen Anzahl von 35 Tagen mit Tagesmittelwerten größer $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu rechnen [8] [13] [21].

Die NO_2 -Jahresmittelwerte sind bezogen auf den Grenzwert deutlich höher als die NO_2 -Kurzzeitbelastungen, d. h. die ermittelten NO_2 -Jahresmittelwerte schöpfen den Grenzwert nach 39. BImSchV stärker aus als die zulässigen Überschreitungen der NO_2 -Stundenmittelwerte. Zur Bewertung der NO_2 -Immissionen werden daher die Belastungen auf Grundlage der NO_2 -Jahresmittelwerte diskutiert.

In Abbildung 12 sind die für den Vergleichsfall Prognose 2030 ermittelten NO_2 -Jahresmittelwerte dargestellt. Abbildung 13 zeigt die für den Planfall Prognose 2030 mit Tunnel Freudenstadt berechneten NO_2 -Immissionen. Für die Portalbereiche sind in Abbildung 14 bis Abbildung 17 die Immissionen in höherer Auflösung für Detailbetrachtungen dargestellt.

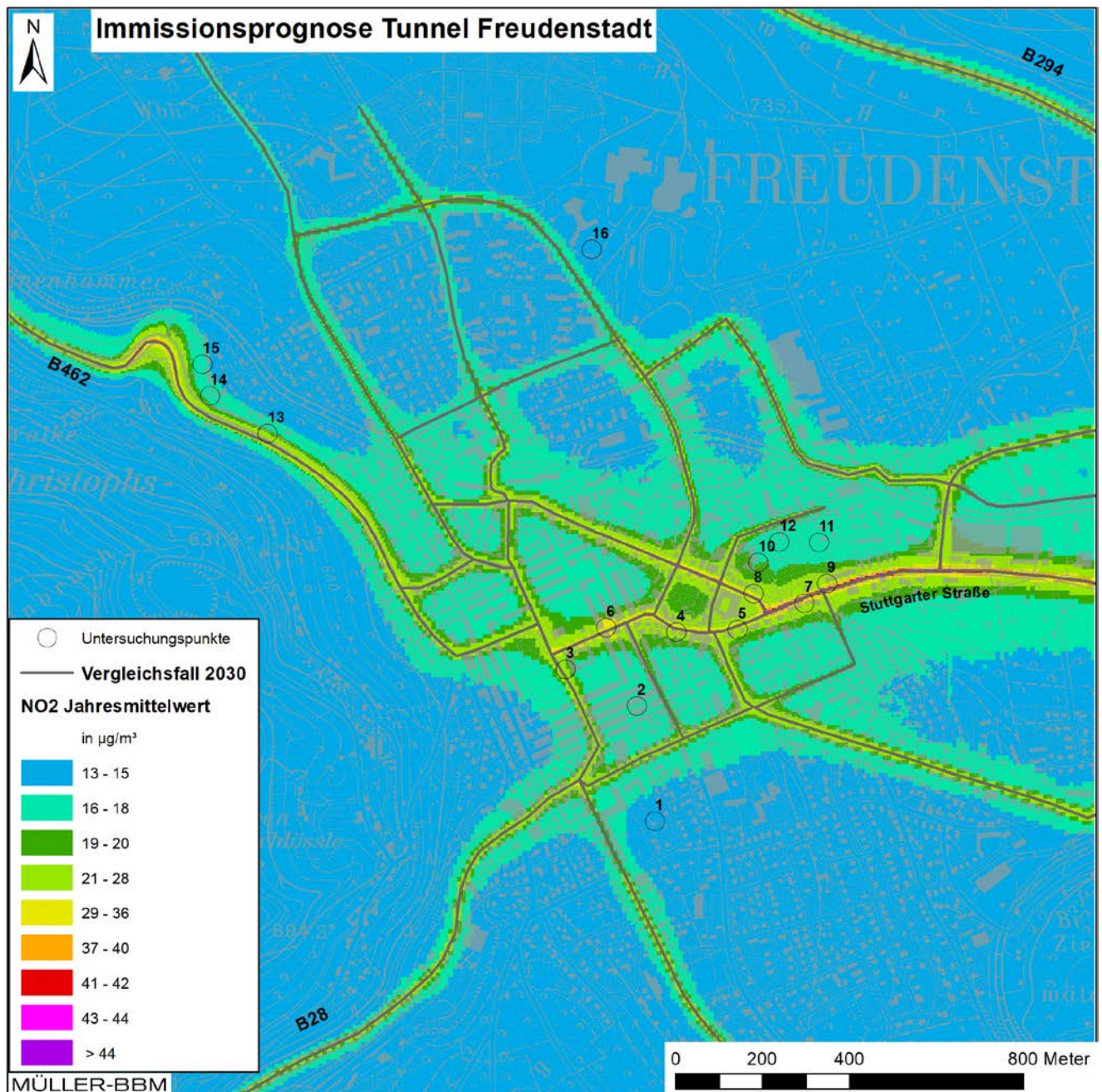


Abbildung 12. Vergleichsfall Prognose 2030, NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

Die NO₂-Immissionen im Vergleichsfall zeigen längs der Bundesstraßen B 28 und B 462 bzw. Stuttgarter Straße sowie der Ringstraße die erwarteten erhöhten Konzentrationen. Gegenüber dem Außenbereich weist das Stadtzentrum eine höhere Belastung auf. Es gibt jedoch keine Überschreitungen des Grenzwertes von 40 µg/m³.

Im Planfall wird nach den Immissionsprognosen in der Ortsdurchfahrt durch die Verkehrsverlagerungen in den Tunnel eine Minderung der NO₂-Belastungen eintreten. Das Stadtzentrum von Freudenstadt und die westlichen Ortsteile werden entlastet. Im

Umfeld der geplanten Tunnelportale sind die NO_2 -Immissionen deutlich erhöht. An der nächstgelegenen Wohnbebauung unterschreiten die prognostizierten NO_2 -Immissionen den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vgl. Abbildung 15 und Abbildung 17).

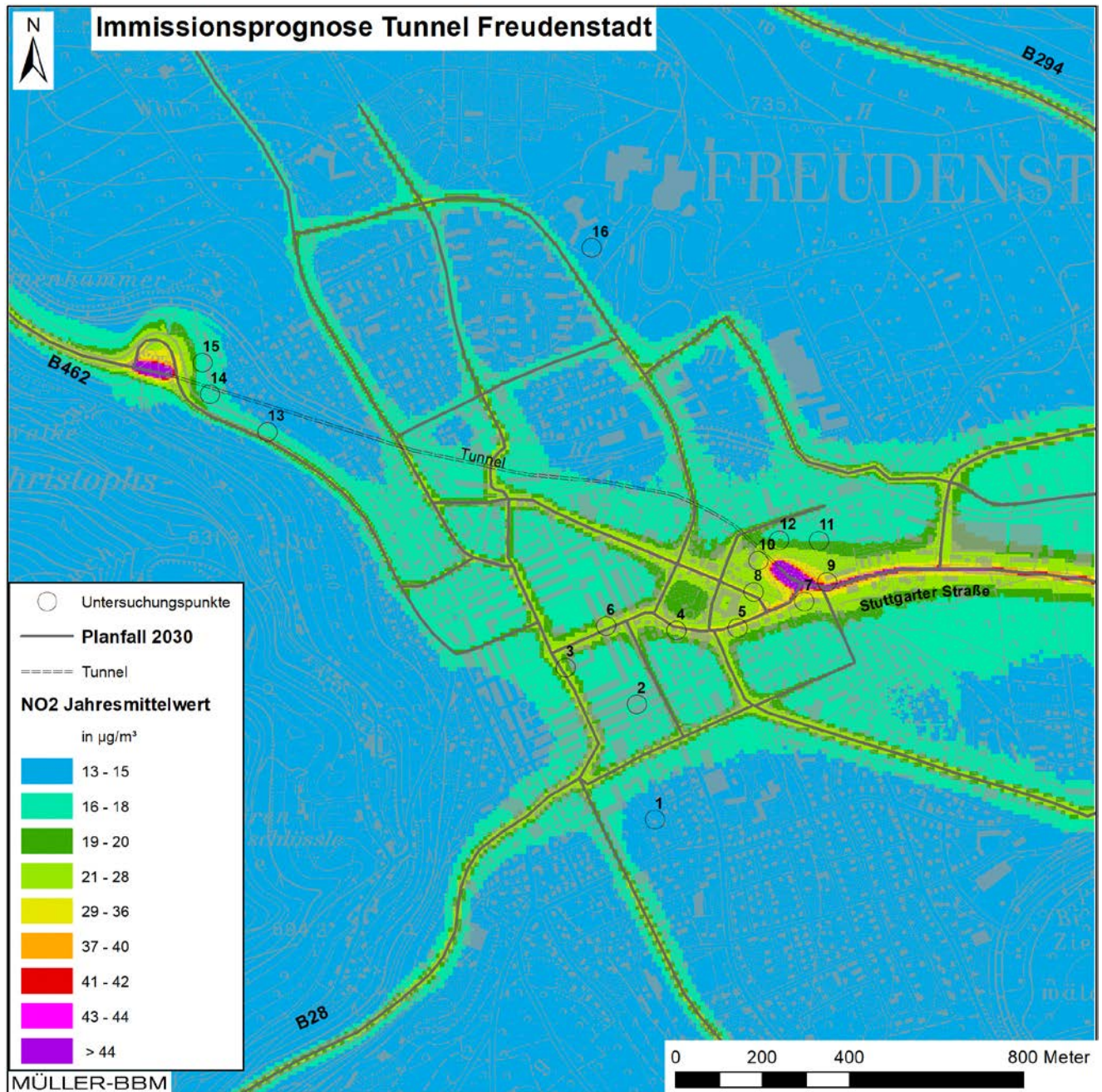


Abbildung 13. Planfall Prognose 2030, NO_2 -Immissionen (Jahresmittelwerte) ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

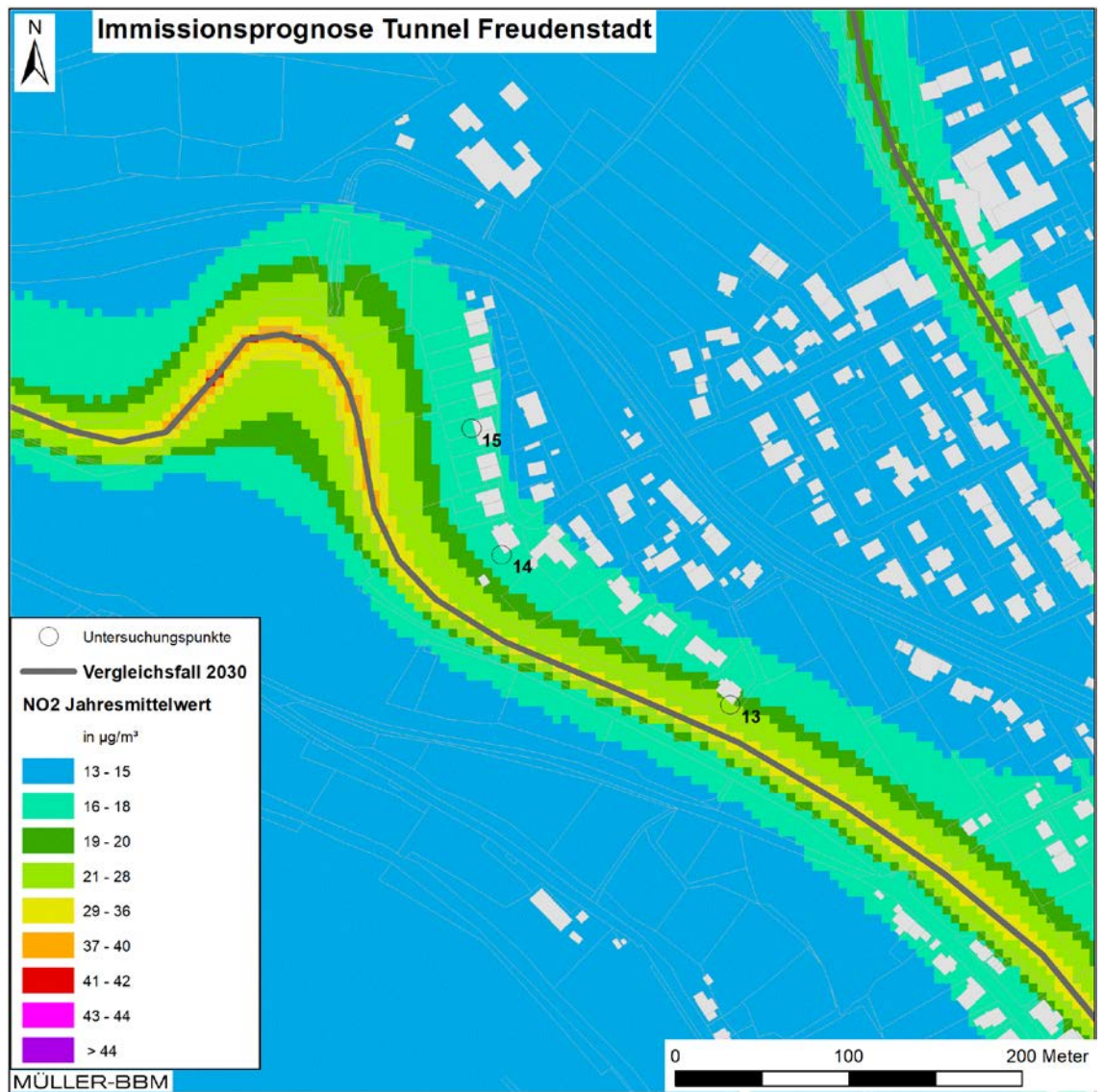


Abbildung 14. Vergleichsfall Prognose 2030 (Ausschnitt Westportal), NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

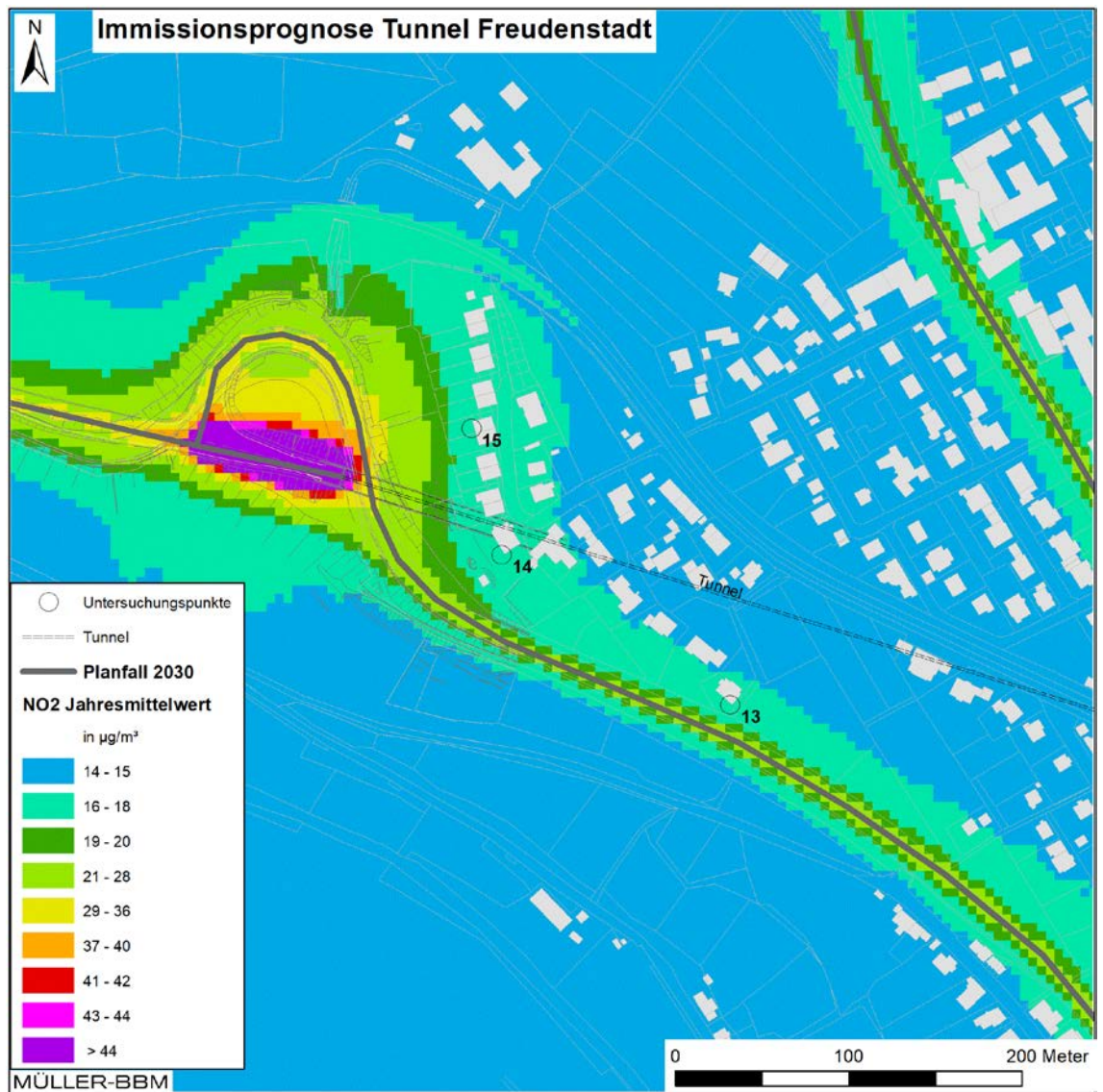


Abbildung 15. Planfall Prognose 2030 (Ausschnitt Westportal), NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

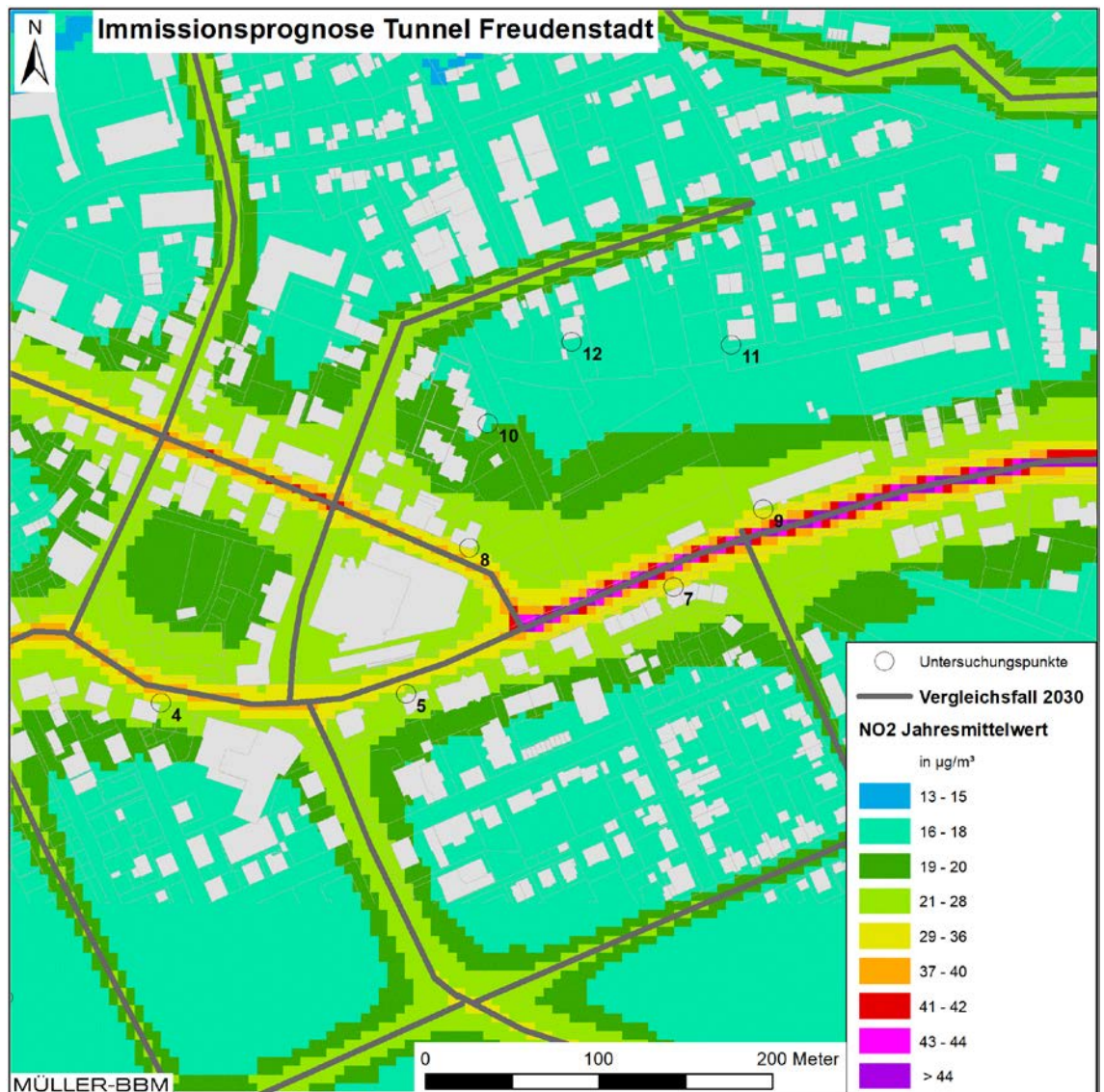


Abbildung 16. Vergleichsfall Prognose 2030 (Ausschnitt Ostportal), NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

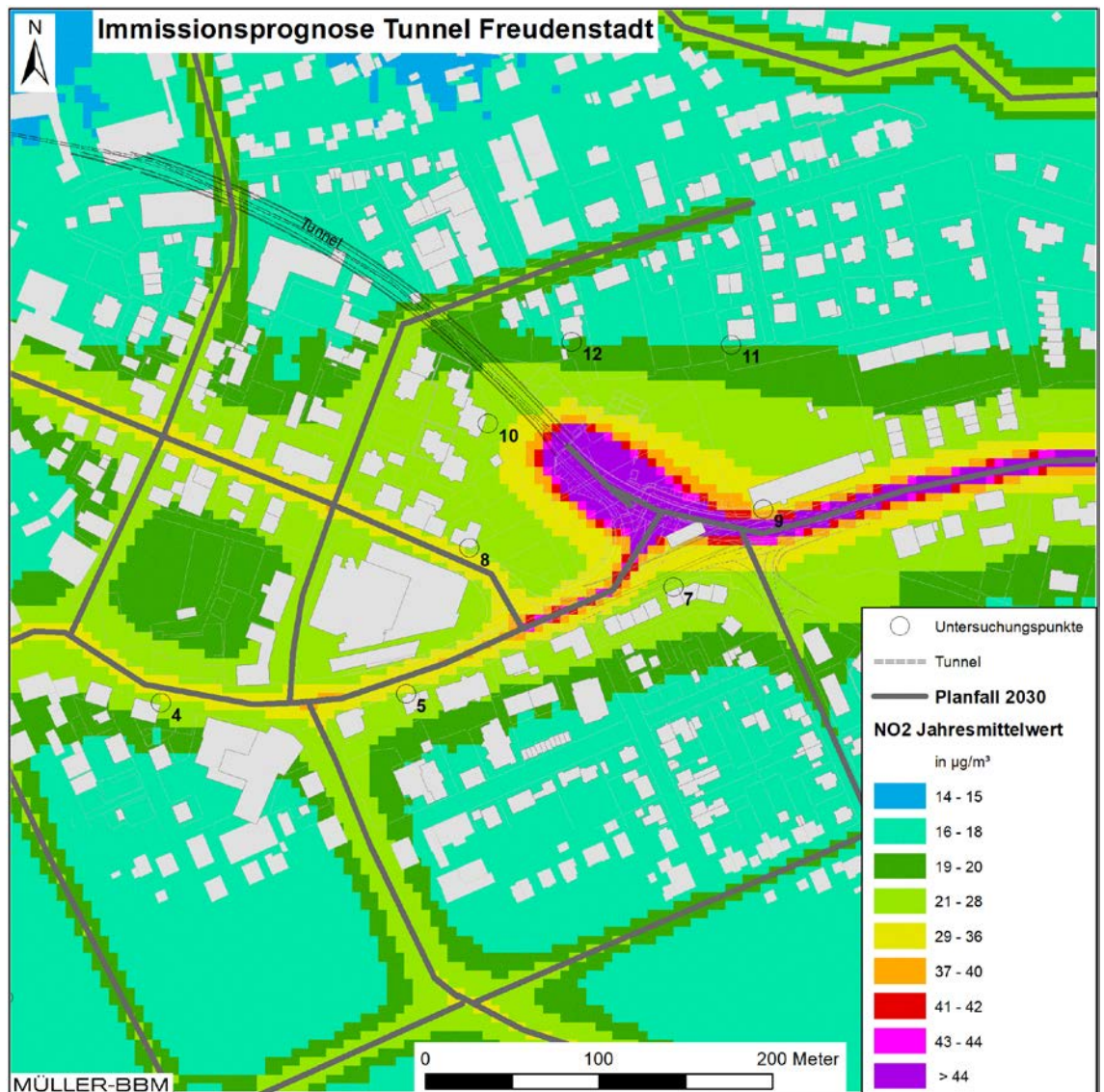


Abbildung 17. Planfall Prognose 2030 (Ausschnitt Ostportal), NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

5.3 Punktuelle Auswertung an Untersuchungspunkten

Neben der flächenhaften Darstellung wurden für ausgewählte Untersuchungspunkte (Immissionsorte) die ermittelten Immissionen punktgenau ermittelt. Die Immissionsorte wurden an die zur Trasse nächstgelegenen Wohngebäude gelegt. Zusätzlich sind Immissionsorte an die Messstelle der LUBW und an den Repräsentanzpunkten Kurgebiet (KG), Ortszentrum (OZ) und Verkehrszentrum (VZ) der letzten Überprüfung der Luftqualität bezüglich der Prädikatisierung „Heilklimatischer Kurort“ [19] gelegt worden. Abbildung 18 zeigt die Lage der ausgewählten Immissionsorte, für die punktgenau die Immissionen berechnet wurden. In der Tabelle 5 sind die zugehörigen Flurstücke angegeben, auf denen die Untersuchungspunkte liegen.

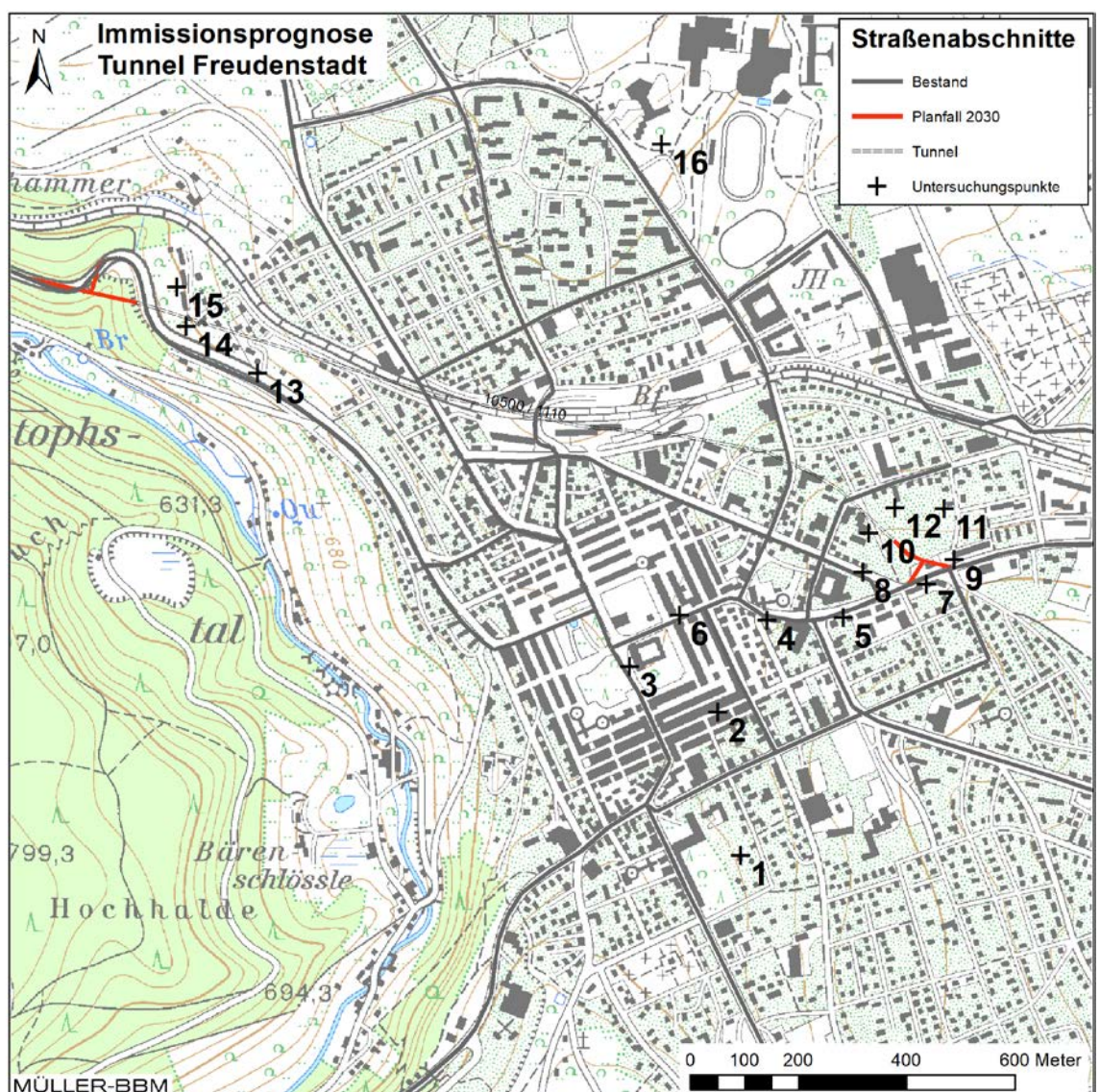


Abbildung 18. Lage der ausgewählten Untersuchungspunkte (Immissionsorte).

Tabelle 5. Flurstückzuordnung der Untersuchungspunkte.

Punktnr.	Kennung	Flurstück
1	KG_Tannen24	FS 2129/4
2	OZ_Reichs25	FS 38/22
3	VZ_Lossgbg64	FS 7/64
4	Stuttg20	FS 281
5	Stuttg36	FS 1797
6	Stuttg1	FS 20/1
7	Stuttg56	FS 1796/16
8	Ring69	FS 1151/3
9	Stuttg61	FS 1161
10	Falken6	FS 1150/19
12	Musb30.1	FS 1150/23
11	Fruthf8	FS 1165/4
13	Murgtal80	FS 605
14	Salenbg47	FS 610
15	Salenbg59	FS 634/8
16	LUBW Messstation	FS 939

Die für die ausgewählten Untersuchungspunkte (Abbildung 18) prognostizierten Gesamtbelastungen sind in Tabelle 6 aufgeführt. Die an diesen Untersuchungspunkten ermittelten Immissionen stehen für die verkehrsbedingt am höchsten belasteten, beurteilungsrelevanten Bereiche und für die Luftqualität der im Kurort repräsentativen Bereiche (Kurgebiet, Ortszentrum und Verkehrszentrum). Zusätzlich wurde der ehemalige Messpunkt der LUBW als Untersuchungspunkt ausgewertet.

Die Feinstaubbelastungen an den ausgewählten Immissionsorten unterschreiten die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte nach der 39. BImSchV. Die ermittelten PM₁₀-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 21 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m³. Damit ist an den Fassaden der betrachteten Gebäude davon auszugehen, dass die nach der 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den PM₁₀-Tagesmittelwert nicht erreicht werden.

An allen Untersuchungspunkten liegen die NO₂-Immissionen unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³ im Jahresmittelwert. Die Untersuchungspunkte an der Stuttgarter Straße und der Ringstraße (6, 7 und 8) weisen im Vergleichsfall die höchsten Belastungen auf.

Im Planfall sind aufgrund der Verkehrsverlagerung im westlichen Teil der Ortsdurchfahrt geringere Immissionen zu erwarten. Im nahen Umfeld des Westportals (Untersuchungspunkte 13 bis 15) sind die Schadstoffbelastungen im Planfall etwas erhöht gegenüber der Hintergrundbelastung. Gegenüber dem Vergleichsfall sind die Immissionen an den näher am Westportal liegenden Untersuchungspunkte im Planfall etwas erhöht (15) bis wenig verändert (14). Im weiteren Verlauf der B 462alt stadteinwärts an der Murgtalstraße (Untersuchungspunkt 13) sinken im Planfall die Schadstoffbelastungen gegenüber dem Vergleichsfall.

Tabelle 6. Immissionen Prognose 2030 an den ausgewählten Immissionsorten (siehe Abbildung 18), ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

Untersuchungspunkt		NO ₂	PM ₁₀	PM ₁₀ -TM>50
		Jahresmittelwerte		Anzahl
		[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]
Immissionen Vergleichsfall				
1	KG_Tannen24	15	13	3
2	OZ_Reichs25	16	14	3
3	VZ_Lossg64	21	15	3
4	Stuttg20	26	16	4
5	Stuttg36	25	16	3
6	Stuttg1	34	21	8
7	Stuttg56	30	17	4
8	Ring69	29	16	4
9	Stuttg61	27	16	4
10	Falken6	18	14	3
12	Musb30.1	17	14	3
11	Fruthf8	17	14	3
13	Murgtal80	21	15	3
14	Salenbg47	17	14	3
15	Salenbg59	16	14	3
16	LUBW Messstation	15	13	3
Immissionen Planfall				
1	KG_Tannen24	15	13	3
2	OZ_Reichs25	16	14	3
3	VZ_Lossg64	20	15	3
4	Stuttg20	24	15	3
5	Stuttg36	25	16	3
6	Stuttg1	28	18	5
7	Stuttg56	26	16	4
8	Ring69	28	16	4
9	Stuttg61	36	20	7
10	Falken6	24	16	3
12	Musb30.1	19	14	3
11	Fruthf8	18	14	3
13	Murgtal80	17	14	3
14	Salenbg47	17	14	3
15	Salenbg59	18	14	3
16	LUBW Messstation	15	13	3
Grenzwert		40	40	35

Im östlichen Teil der Ortsdurchfahrt kommt es im Bereich des Tunnelportals zu erhöhten NO₂-Immissionen gegenüber dem Vergleichsfall, betroffen sind die Untersuchungspunkte 9 bis 12. Am Untersuchungspunkt 7 wird jedoch nach den Prognosen aufgrund des Abrückens der geplanten Straße die Immission geringer als im Vergleichsfall sein. Am Untersuchungspunkt 9 (Stuttgarter Str. 61) ist im Planfall die höchste NO₂-Belastung mit 36 µg/m³ im Jahresmittel zu erwarten, damit ist der

Grenzwert eingehalten. An allen Untersuchungspunkten liegen die NO₂-Immissionen unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³ im Jahresmittelwert.

Die Richtwerte LR1 für Heilklimatische Kurorte (Tabelle 2) werden nach den Ergebnissen für die Untersuchungspunkte 1 bis 3 im Planfall eingehalten. Einzig die konservativ angesetzte PM₁₀-Hintergrundbelastung würde am Kurgebiet-Punkt „KG_Tannen24“ den Richtwert für Grobstaub überschreiten. Messungen des Deutschen Wetterdienstes zur Prüfung der Luftqualität [19] belegen jedoch die Einhaltung des Richtwertes. Im Sinne der betroffenen Anwohner wurde dennoch mit diesem konservativen Ansatz die Immissionsprognose und die Bewertung nach 39. BImSchV [17] durchgeführt.

5.4 Beurteilung

Hinsichtlich der Beurteilung der Auswirkungen der Planung sind die zu erwartenden Änderungen der Luftschadstoffbelastung von Interesse. In Tabelle 7 sind die an den ausgewählten Immissionsorten für den Planfall gegenüber dem Vergleichsfall ermittelten relativen Änderungen der Immissionen angegeben.

Tabelle 7. Änderungen der Immissionen (Jahresmittelwerte) im Planfall gegenüber dem Vergleichsfall an den ausgewählten Immissionsorten (siehe Abbildung 18).

Untersuchungspunkt		Differenzen Planfall zu Vergleichsfall Jahresmittelwerte	
		NO ₂	PM ₁₀
1	KG_Tannen24	-1%	0%
2	OZ_Reichs25	1%	1%
3	VZ_Lossgb64	-1%	-1%
4	Stuttg20	-8%	-4%
5	Stuttg36	0%	1%
6	Stuttg1	-20%	-14%
7	Stuttg56	-13%	-5%
8	Ring69	-4%	1%
9	Stuttg61	32%	22%
10	Falken6	34%	12%
12	Musb30.1	8%	3%
11	Fruthf8	10%	4%
13	Murgtal80	-18%	-7%
14	Salenbg47	-2%	0%
15	Salenbg59	9%	4%
16	LUBW Messstation	0%	0%

Aufgrund der oben erläuterten Verlagerung der Schadstoffbelastung sind die Immissionen an den Untersuchungspunkten im westlichen Teil der Ortsdurchfahrt und im Stadtzentrum im Planfall gleich oder geringer als im Vergleichsfall (Untersuchungspunkte 1 bis 8, 13 und 14). Die Minderungen der relevanten NO₂-Immissionen erreichen bis zu -20 %. Am Untersuchungspunkt 7 (Stuttgarter Str. 56) bewirkt die

Trassenverschiebung wegen des neuen Verkehrsknotens ebenfalls deutliche NO₂-Minderungen von -13 %.

Aufgrund des erhöhten Schadstoffausstoßes am Tunnelportal Ost sind die NO₂-Jahresmittelwerte an den Untersuchungspunkten 9 bis 12 um bis zu 34 % höher als im Vergleichsfall. Am Tunnelportal West erfährt der Untersuchungspunkt 15 eine um 9 % erhöhte NO₂-Immission.

An allen betroffenen Immissionsorten bleiben die NO₂-Immissionen jedoch deutlich unter dem Grenzwert. Die bei Realisierung der Straßenplanung zu erwartenden erhöhten Schadstoffbelastungen im Umfeld der Tunnelportale erreichen nach den hier vorgestellten Immissionsprognosen keine unzulässig hohen Werte.

Die Änderungen der Feinstaubimmissionen (PM₁₀) zeigen ein ähnliches Verhalten.

Insgesamt kann aus den Ergebnissen der durchgeführten Immissionsprognosen abgeleitet werden, dass nach den hier dokumentierten Untersuchungen im Planfall die Grenzwerte nach 39. BImSchV eingehalten werden. Für die beurteilungsrelevanten Bereiche (Gebäudefassaden der Nachbargebäude) wurden Immissionen ermittelt, die die Grenzwerte der 39. BImSchV unterschreiten. Aufgrund der Minderung der Schadstoffbelastung im Stadtzentrum und den westlichen Ortsteilen ist die Planung aus lufthygienischer Sicht vorteilhaft.

Da die Immissionszusatzbelastung im Planfall Prognose 2030 mit den Emissionsfaktoren einer Fahrzeugflotte des Jahres 2025 ermittelt wurde, stellt die vorliegende Immissionsprognose einen konservativen Ansatz im Sinne einer „ungünstigsten Annahme“ dar. Aufgrund der gesetzlichen Regelungen zur technischen Emissionsminderung ist in späteren Jahren mit geringeren Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge zu rechnen.

6 Grundlagen, verwendete Literatur

- [1] Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMODO, Version 5.2) für die Emissionsberichtserstattung 2012 (Berichtsperiode 1990-2010), ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 363 01 370, 30.11.2011.
- [2] Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April 2006.
- [3] Begriffsbestimmungen / Qualitätsstandards für Heilbäder und Kurorte, Luftkurorte, Erholungsorte - einschließlich der Prädikatisierungsvoraussetzungen - sowie für Heilbrunnen und Heilquellen, Hrsg.: Deutscher Heilbäderverband e.V., Berlin und Deutscher Tourismusverband e.V., Berlin, 12. Auflage, Okt. 2016.
- [4] CORINE Land Cover, Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland – Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- [5] Daten- und Kartendienst der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg, <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/>.
- [6] Digitales Höhenmodell Baden-Württemberg, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, August 2016.
- [7] Dispersion Model LASAT, Version 3.4.16-64WI17-m4, Copyright (c) L. Janicke 1989-2019, Januar 2019, <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [8] Düring, I., Bösing, R., Lohmeyer, A.: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen; Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), BASt-Reihe "Verkehrstechnik" Band V 125, 96 S, 2005.
- [9] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002, (GMBI. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605).
- [10] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 4.1, November 2019, INFRAS Bern/Zürich, <http://www.hbefa.net>.
- [11] Immissionsgutachten (RLuS 2012) B462 Unterfahrung Freudenstadt – Tunnel Freudenstadt, NABLA Engineering, 27.06.2016.
- [12] Lage- und Höhenpläne der Straßenplanung, KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH, Karlsruhe, Planungsstand November 2017.
- [13] LUA NRW 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.
- [14] Luftdaten, Messungen der Luftqualität, Mehrjährige Datenreihen, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.

- [15] Meteorologische Ausbreitungsklassenstatistik der Station Freudenstadt aus dem Zeitraum 2005-2009, Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- [16] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065).
- [17] Ortsbesichtigung am 04.10.2016 mit Fotodokumentation.
- [18] Periodische Überprüfung des Bioklimas und der Luftqualität im Heilklimatischen Kurort Freudenstadt, Deutscher Wetterdienst Klima- und Umweltberatung, Stuttgart, 03.11.2006.
- [19] PROKAS, Ausbreitungsmodell für Kfz-Emissionen, Version 6.8.7; Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, September 2017.
- [20] Rabl, P., 2003: Ermittlung der Vorbelastung bei der Anwendung der TA-Luft, Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.), TA Luft 2002 – Ausbreitungsrechnung, Allgemeine Anforderungen, Augsburg 2003.
- [21] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Entwurf September 2018.
- [22] Richtlinie VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Januar 2010.
- [23] Richtlinie VDI 3783 Blatt 14: Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, August 2013.
- [24] Richtlinie VDI 3783 Blatt 8: Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2017.
- [25] Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- [26] Topografische Karten und Landnutzungsdaten, Regierungspräsidium Karlsruhe, August 2016.
- [27] Verkehrsdaten Freudenstadt Prognosebelastung für 2030, Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Dieter Bauer, Karlsruhe, August 2016.
- [28] Verkehrsuntersuchung Tunnel Freudenstadt, Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Dieter Bauer, Jockgrim, Februar 2017.

Anhang

A Emissionen des Straßenverkehrs

\\S-kar-fs01\allefirmen\MProj\145\M145842\M145842_03_Ber_1D.DOCX:24. 03. 2020

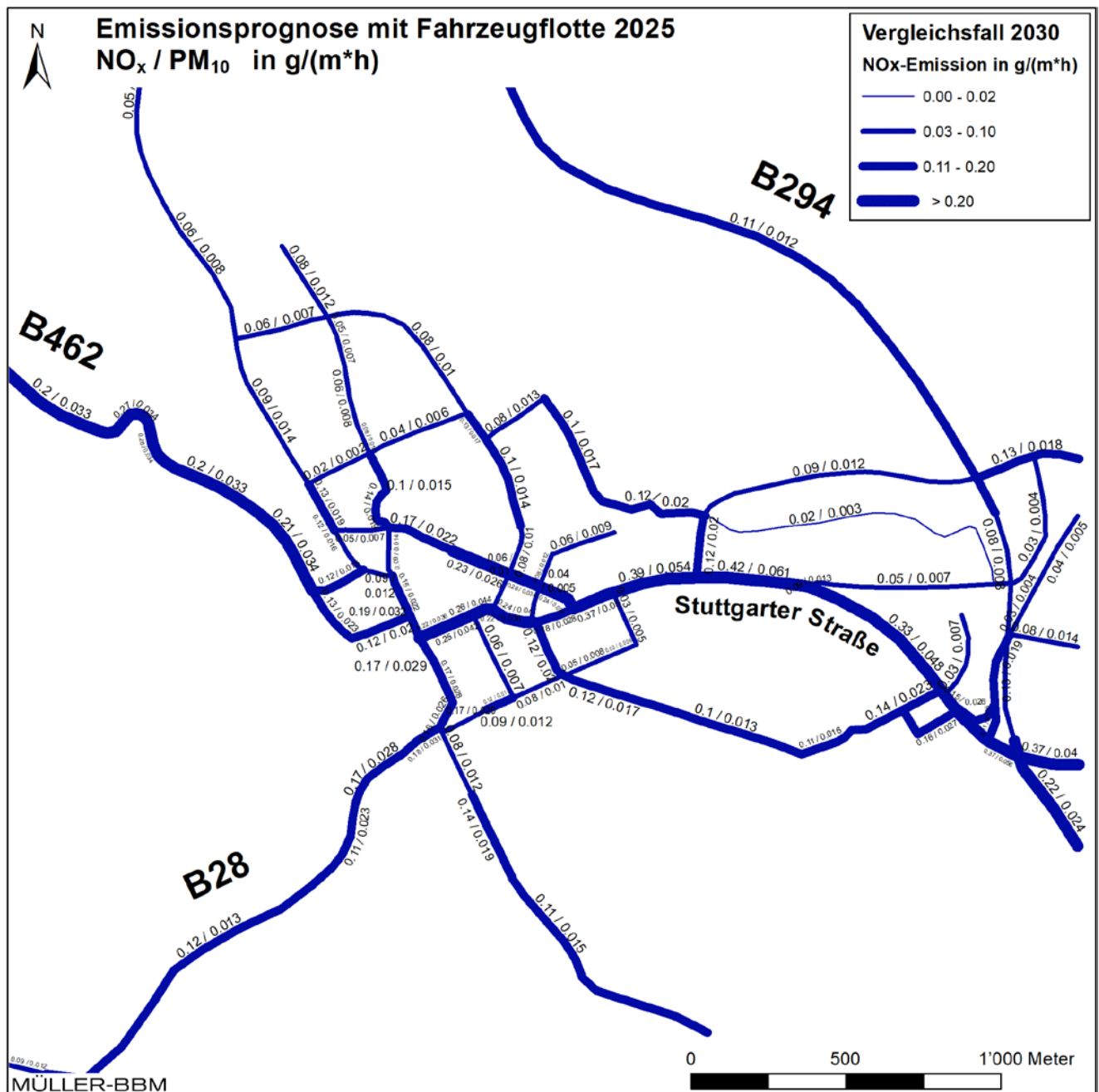


Abbildung 19. Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr
 - Vergleichsfall Prognose 2030 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

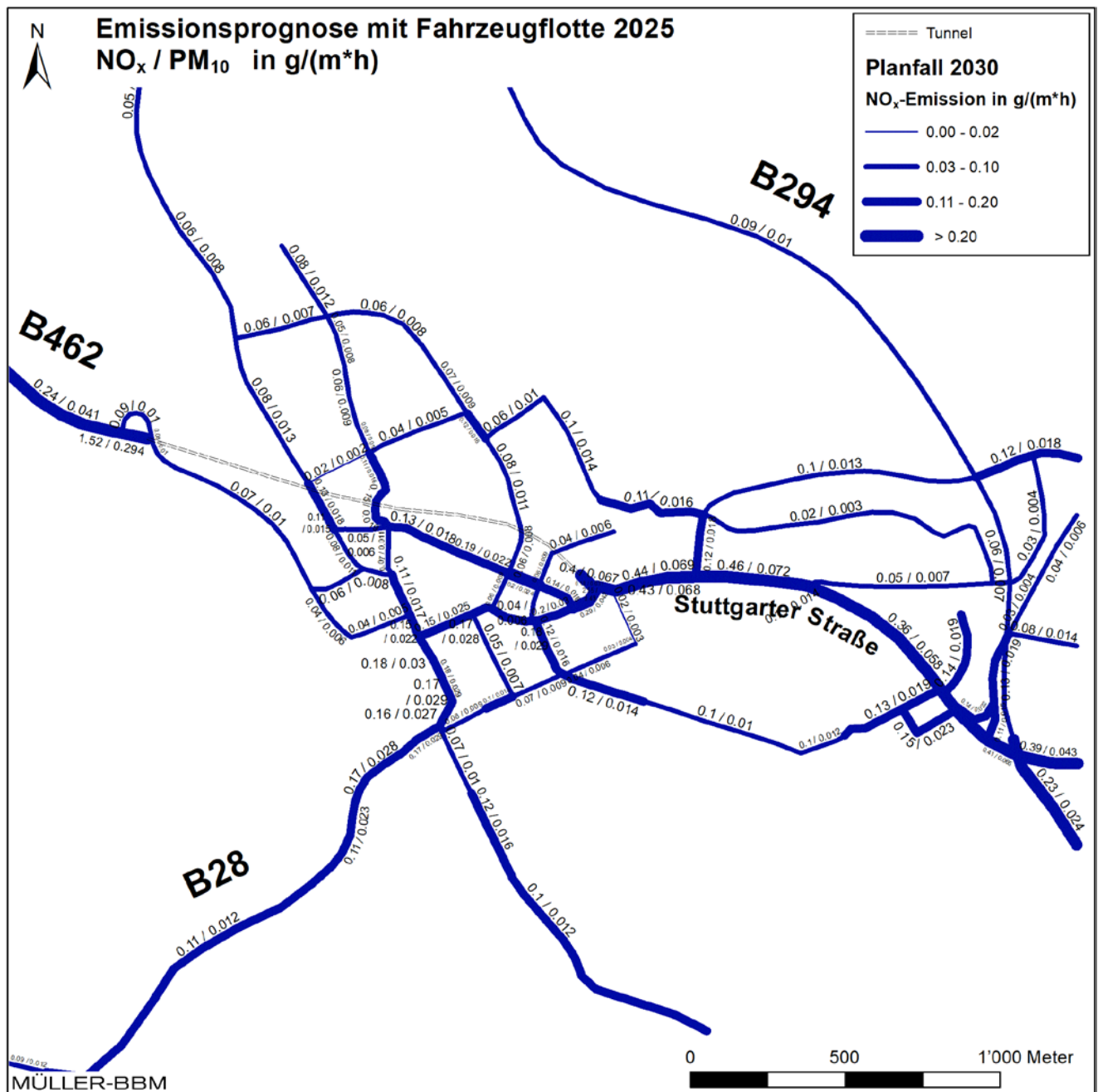


Abbildung 20. Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr
 - Planfall Prognose 2030 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

Anhang

B **PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte)**

\\S-kar-fs01\allefirmen\MPProj\145\M145842\M145842_03_Ber_1D.DOCX:24. 03. 2020

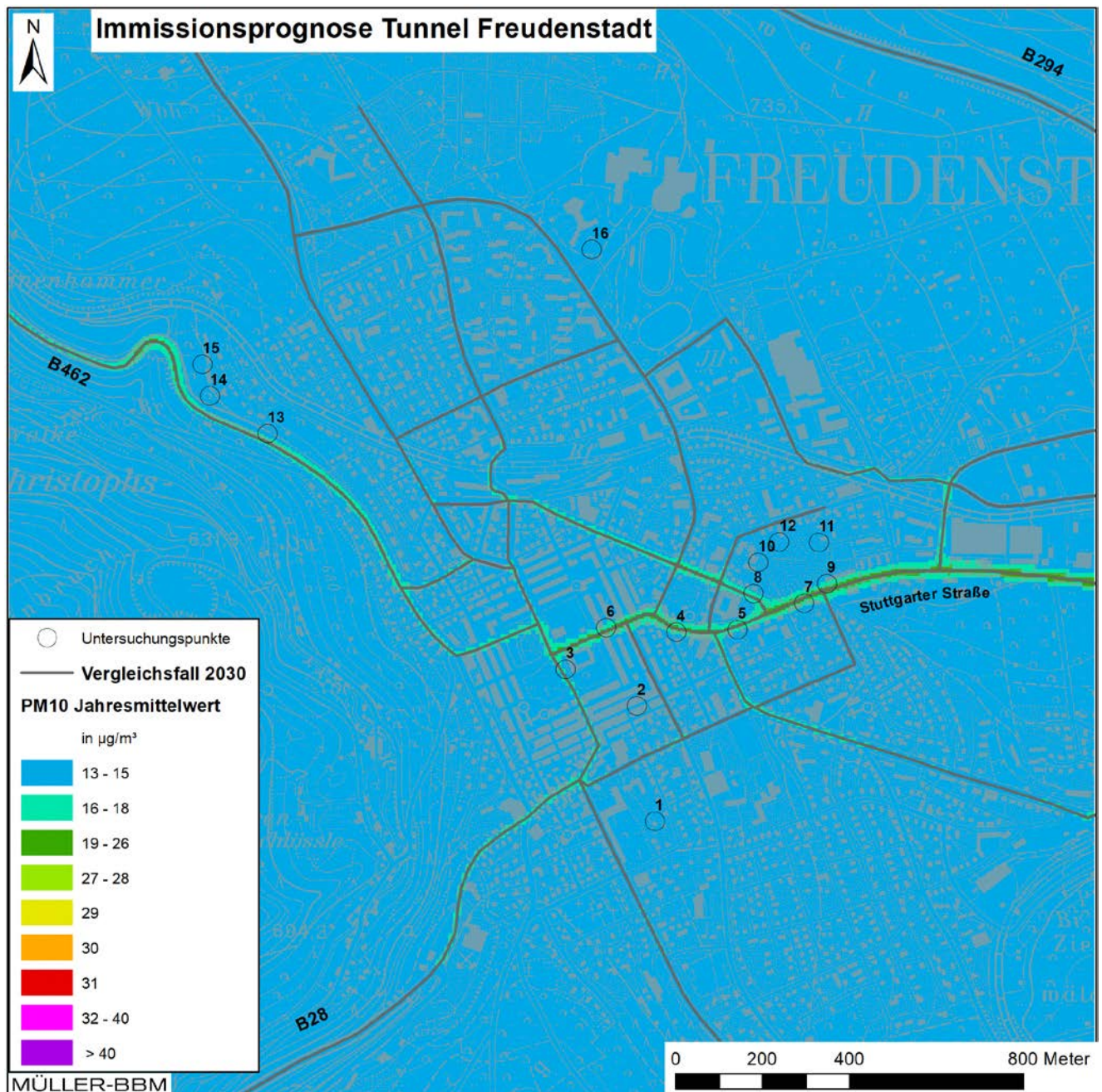


Abbildung 21. PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte) - Vergleichsfall Prognose 2030 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

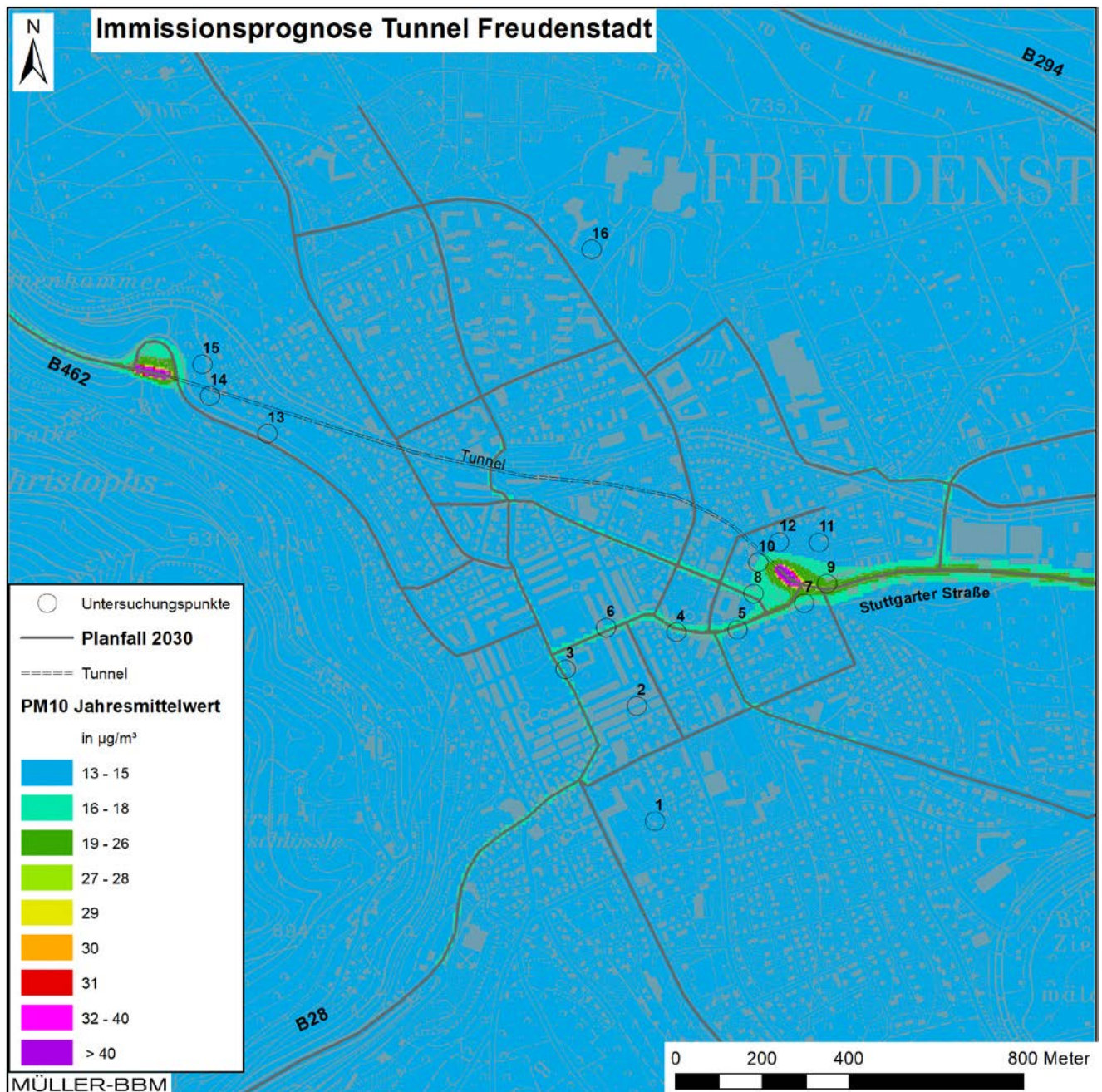


Abbildung 22. PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte) - Planfall Prognose 2030 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.