

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

18. Februar 2019
M145849/01 BSG/ZND

Vierstreifiger Ausbau der B 10 zwischen Eutingen und Niefern

Luftschadstoffgutachten

Bericht Nr. M145849/01

Auftraggeber:

Regierungspräsidium Karlsruhe
Schlossplatz 4-6
76131 Karlsruhe

Bearbeitet von:

M. Sc. Stefanie Zander
Dr. rer. nat. Rainer Bösing

Berichtsumfang:

Insgesamt 28 Seiten

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	4
2 Beurteilungsgrundlagen	4
3 Örtliche Begebenheiten und Beschreibung der Methodik	5
3.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse und der Straßenplanung	5
3.2 Methodik und Berechnungsverfahren	7
4 Eingangsdaten und technische Grundlagen	9
4.1 Verkehrsdaten	9
4.2 Emissionen des Straßenverkehrs	10
4.3 Berücksichtigung von Geländedaten	15
4.4 Rechengebiet und räumliche Auflösung	16
4.5 Meteorologische Daten	17
4.6 Simulation von Kaltluftströmungen	19
4.7 Hintergrundbelastung	20
5 Ergebnisse der Immissionsprognosen	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Immissionen in Bezug auf Schutz der menschlichen Gesundheit	22
5.3 Punktuelle Auswertung hinsichtlich Schutz der menschlichen Gesundheit	25
6 Grundlagen, verwendete Literatur	27

Zusammenfassung

Das Regierungspräsidium Karlsruhe plant den vierstreifigen Ausbau der B 10 zwischen Eutingen und Niefern. Das vorliegende Luftschadstoffgutachten beschreibt die Ermittlung der bei Realisierung der Planung zu erwartenden Luftschadstoffbelastung und enthält eine Beurteilung der Luftqualität anhand der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach der 39. BImSchV [15].

Die Grundlage für die dazu durchgeführten Immissionsprognosen sind Ausbreitungsrechnungen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT [5] 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“ [19].

Im Sinne einer konservativen Betrachtung (ungünstigste Annahme) wurden die Emissions- und Immissionsprognosen auf Grundlage der Verkehrsprognose 2030 [23] für eine Fahrzeugflotte des Jahres 2023 durchgeführt. Aufgrund der gesetzlichen Regelungen zur technischen Emissionsminderung ist in späteren Jahren mit geringeren Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge zu rechnen. Damit werden die tatsächlich zu erwartenden Emissionen des Straßenverkehrs und Immissionen eher überschätzt.

Ergebnisse der Immissionsprognosen

Die Feinstaubbelastungen an den beurteilungsrelevanten Immissionsorten unterschreiten die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte nach der 39. BImSchV. Die ermittelten $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte liegen mit maximal $12 \mu g/m^3$ deutlich unter dem Grenzwert von $25 \mu g/m^3$. Auch die ermittelten PM_{10} -Jahresmittelwerte liegen mit maximal $19 \mu g/m^3$ deutlich unter dem Grenzwert von $40 \mu g/m^3$. Damit ist an den Fassaden der betrachteten Gebäude davon auszugehen, dass die nach der 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den PM_{10} -Tagesmittelwert nicht erreicht werden.

Auch die NO_2 -Jahresmittelwerte liegen mit maximal $32 \mu g/m^3$ unterhalb des Grenzwerts von $40 \mu g/m^3$. Die NO_2 -Jahresmittelwerte sind bezogen auf den Grenzwert deutlich höher als die Feinstaubbelastungen. Auch die NO_2 -Kurzzeitbelastungen (zulässige Überschreitungen der NO_2 -Stundenmittelwerte) schöpfen den Grenzwert nach 39. BImSchV weniger aus als die ermittelten NO_2 -Jahresmittelwerte. Zur Bewertung der NO_2 -Immissionen werden daher die Belastungen auf Grundlage der NO_2 -Jahresmittelwerte diskutiert.

Nach den hier dokumentierten Untersuchungen werden im untersuchten Planfall die Grenzwerte nach 39. BImSchV in den beurteilungsrelevanten Bereichen eingehalten.

M. Sc. Stefanie Zander

Dr. rer. nat. Rainer Bösing

1 Aufgabenstellung

Das Regierungspräsidium Karlsruhe plant den vierstreifigen Ausbau der B 10 zwischen Eutingen und Niefern. Für das Genehmigungsverfahren ist ein Luftschadstoffgutachten hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit unter Beachtung der 39. BImSchV [15] zu erarbeiten.

Zu betrachten ist die Situation bei Realisierung im Prognoseplanfall (4-streifiger Ausbau der B 10 ohne Ortsumgehung Niefern). Hierzu sind Prognosen der verkehrsbedingten Luftschadstoffimmissionen mithilfe von Ausbreitungsrechnungen durchzuführen.

Das zu betrachtende Untersuchungsgebiet umfasst die Siedlungsbereiche von Eutingen und Niefern nördlich und südlich der B 10.

2 Beurteilungsgrundlagen

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 [15] 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} und $\text{PM}_{2,5}$) 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 [15].

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
Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$		
Jahresmittel	25	-

3 Örtliche Begebenheiten und Beschreibung der Methodik

3.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse und der Straßenplanung

Das Untersuchungsgebiet liegt nordöstlich von Pforzheim im Enztal.

Die B 10 ist eine überregionale Ost-West-Verbindung und verläuft von Pirmasens über Karlsruhe nach Ulm und Augsburg. Als Autobahnzubringer sowie als Verbindung nach Stuttgart und Karlsruhe ist sie für die Anbindung der Stadt Pforzheim an die benachbarten Regionen von besonderer Bedeutung. Zwischen Niefern und Eutingen kreuzt sie teilhöhenfrei die A 8, die hier in Nordwest-Südost-Richtung verläuft.

Von Pforzheim bis zur Einmündung der Sägewerkstraße bei Eutingen ist die B 10 bereits vierstreifig ausgebaut. Nun soll sie bis Niefern ebenfalls von zwei auf vier Fahrstreifen verbreitert werden. Der geplante vierstreifige Ausbau erfolgt auf einer Länge von insgesamt ca. 1,85 km. Er beginnt an dem bereits vierstreifig ausgebauten Teilstück der B 10 von Pforzheim her (Einmündung der Sägewerkstraße bei Eutingen) und endet am vierstreifig ausgebauten Knotenpunkt B 10 / L 1125 / K 4582 bei Niefern. Die Planung des Anschlusses an die A 8 erfolgt mit der Planung zum sechsstreifigen Ausbau der A 8.

Der Bereich der Straßenplanung ist in der Übersichtskarte in Abbildung 1 dargestellt.

Im Untersuchungsgebiet ist das Gelände stark gegliedert. Das Enztal verläuft von Südwest nach Nordost. Die geografische Höhe variiert von etwa 240 m NHN (Normalhöhennull) an der Talsohle bis 360 m NHN auf den Höhenrücken nördlich und südlich des Tals. Die B 10 verläuft südlich der Enz im Tal, während die A 8 in Nordwest-Südost-Richtung an den Seitenhängen ins Tal hinab und wieder herauf führt.

Im östlichen und westlichen Bereich der Straßenplanung grenzen die Siedlungsbereiche von Eutingen und Niefern an die B 10 (Abbildung 1).

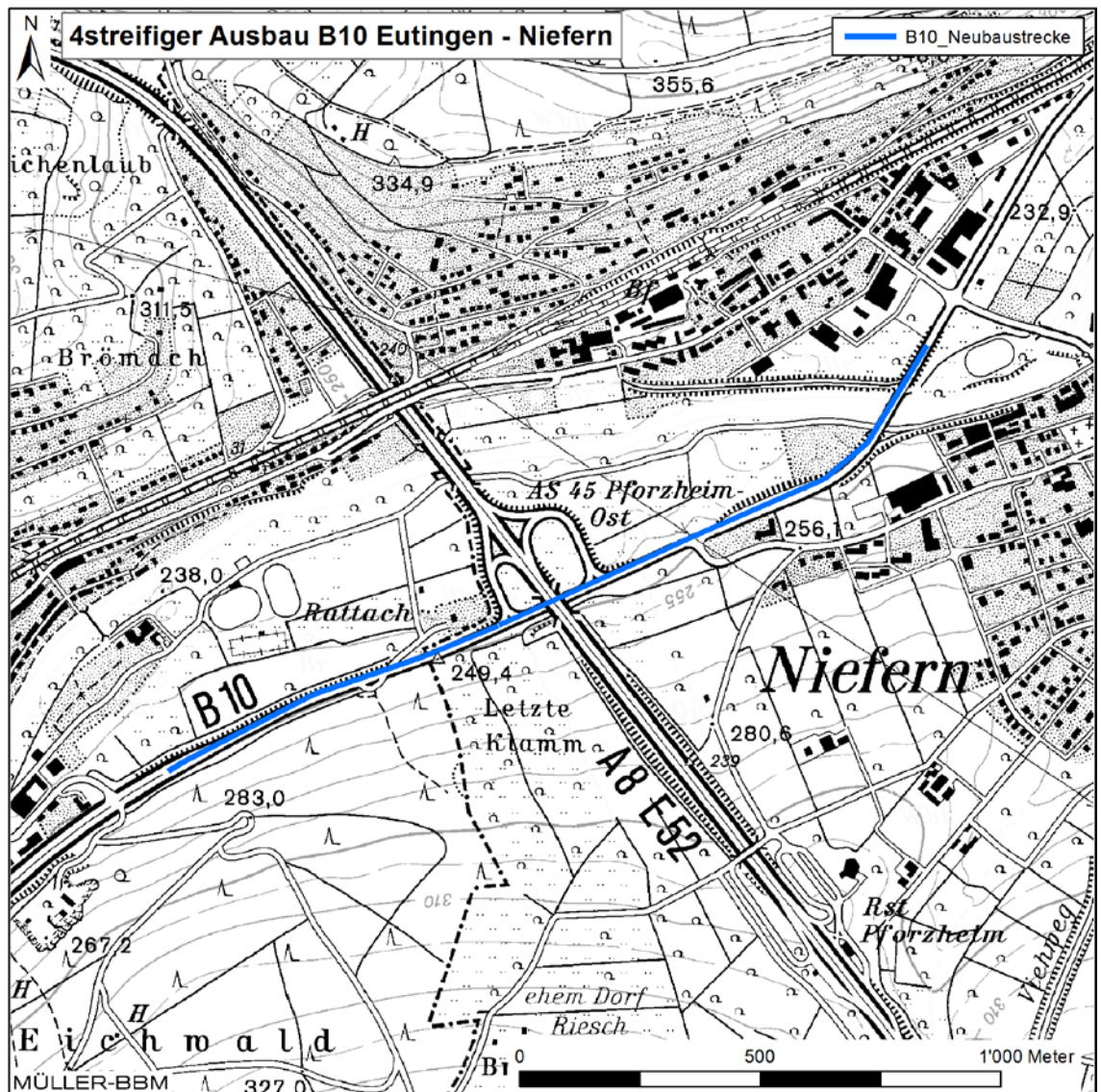


Abbildung 1. Übersichtskarte mit Abgrenzung der Straßenplanung [10]. Kartengrundlage: Topografische Karte übernommen aus [24].

3.2 Methodik und Berechnungsverfahren

Für die Prognose der Luftschadstoffbelastungen ist ein Verfahren anzuwenden, das die topografischen Gegebenheiten berücksichtigt. Die Berechnungen der Emissionen und Immissionen wurden mit dem für diese Aufgabenstellung geeigneten dreidimensionalen Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT [5] durchgeführt. Es wurden die Schadstoffkonzentrationen flächenhaft im Untersuchungsgebiet und punktuell für repräsentative Untersuchungspunkte an der zu den betrachteten Straßen nächstgelegenen Bebauung berechnet.

Die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen (Masse der von den Fahrzeugen verursachten Schadstoffe) erfolgte entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ [18] auf Grundlage der aktuellen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA Version 3.3“ [9]. Die Feinstaubemissionen der Fahrzeuge aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung wurden nach [7] ermittelt. Die Schadstoffemissionen wurden auf Grundlage der vom Verkehrsgutachter angegebenen Verkehrsmengen [23] und der den angesetzten Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren berechnet.

Auf Grundlage der von der Topografie beeinflussten Luftströmungen (inklusive Kaltluftströme) wurde die Ausbreitung der Schadstoffe mit dem dreidimensionalen Ausbreitungsmodell LASAT¹ berechnet [5]. Damit können die Emissionen auf den berücksichtigten Straßenabschnitten, die Tunnelstrecke, die Topografie und die örtlichen meteorologischen Verhältnisse in die Berechnungen einbezogen werden.

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 [21]. Diese Vorgehensweise wurde durch Auswertungen von Messdaten der Jahre 2000 – 2003 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 [6]. Eine Überschreitung des PM₁₀-Kurzzeitgrenzwertes wird mit diesem Ansatz für PM₁₀-Jahresmittelwerte größer als 30 µg/m³ abgeleitet.

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).

Nach einem Ansatz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz LANUV von Nordrhein-Westfalen wird bei einem PM_{10} -Jahresmittelwert zwischen $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten [11]. Nach [17] kann davon ausgegangen werden, dass der PM_{10} -Tagesmittelgrenzwert eingehalten wird, wenn der PM_{10} -Jahresmittelwert nicht mehr als 27 bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beträgt. Der PM_{10} -Kurzzeitgrenzwert ist daher wesentlich strenger als der zulässige Jahresmittelwert für PM_{10} von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bezüglich NO_2 ist aus Messdaten der umgekehrte Zusammenhang bekannt. Hier ist der Jahresmittelwert erwartungsgemäß die kritischere Größe. Statistische Auswertungen von gemessenen NO_2 -Konzentrationen weisen im Vergleich der NO_2 -Kurzzeitbelastungswerte mit dem zugehörigen Jahresmittelwert an allen Messorten den Jahresmittelwert als die kritischere Größe aus. Unterschreitet die NO_2 -Belastung im Jahresmittel den Grenzwert der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, so ist im Regelfall auch die Einhaltung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit (18mal pro Jahr) des Stundengrenzwerts von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten. Aus diesem Grund erfolgt im Zuge des vorliegenden Berichts keine explizite Bestimmung und Bewertung der Überschreitungshäufigkeit des NO_2 -Stundengrenzwerts. Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt anhand der kritischeren Komponente NO_2 -Jahresmittelwert.

4 Eingangsdaten und technische Grundlagen

4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrszahlen wurden vom Verkehrsgutachter [23] zur Verfügung gestellt. Die in den Emissions- und Immissionsberechnungen verwendeten Verkehrsdaten für die Prognose Planfall sind in Abbildung 2 angegeben. Für die Autobahn wurde die nach [23] anzusetzende Verkehrsbelastung zu gleichen Teilen auf beide Fahrtrichtungen verteilt. Der Prognosehorizont der Verkehrsdaten liegt im Jahr 2030. Die Verkehrszahlen wurden als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV in Kfz/24 h) und als durchschnittlicher täglicher Schwerverkehr SV ($> 3,5 \text{ t zGG}^2$) angegeben.

Auf den berücksichtigten Straßenabschnitten wurde nach [1] für die Fahrzeugflottenzusammensetzung ein mittlerer Anteil der leichten Nutzfahrzeuge (INfz $< 3,5 \text{ t zGG}^2$) von 9 % am Leichtverkehr (Pkw und INfz) und der Linien- oder Reisebusse von 13 % am Schwerverkehr angesetzt.

² zGG zulässiges Gesamtgewicht

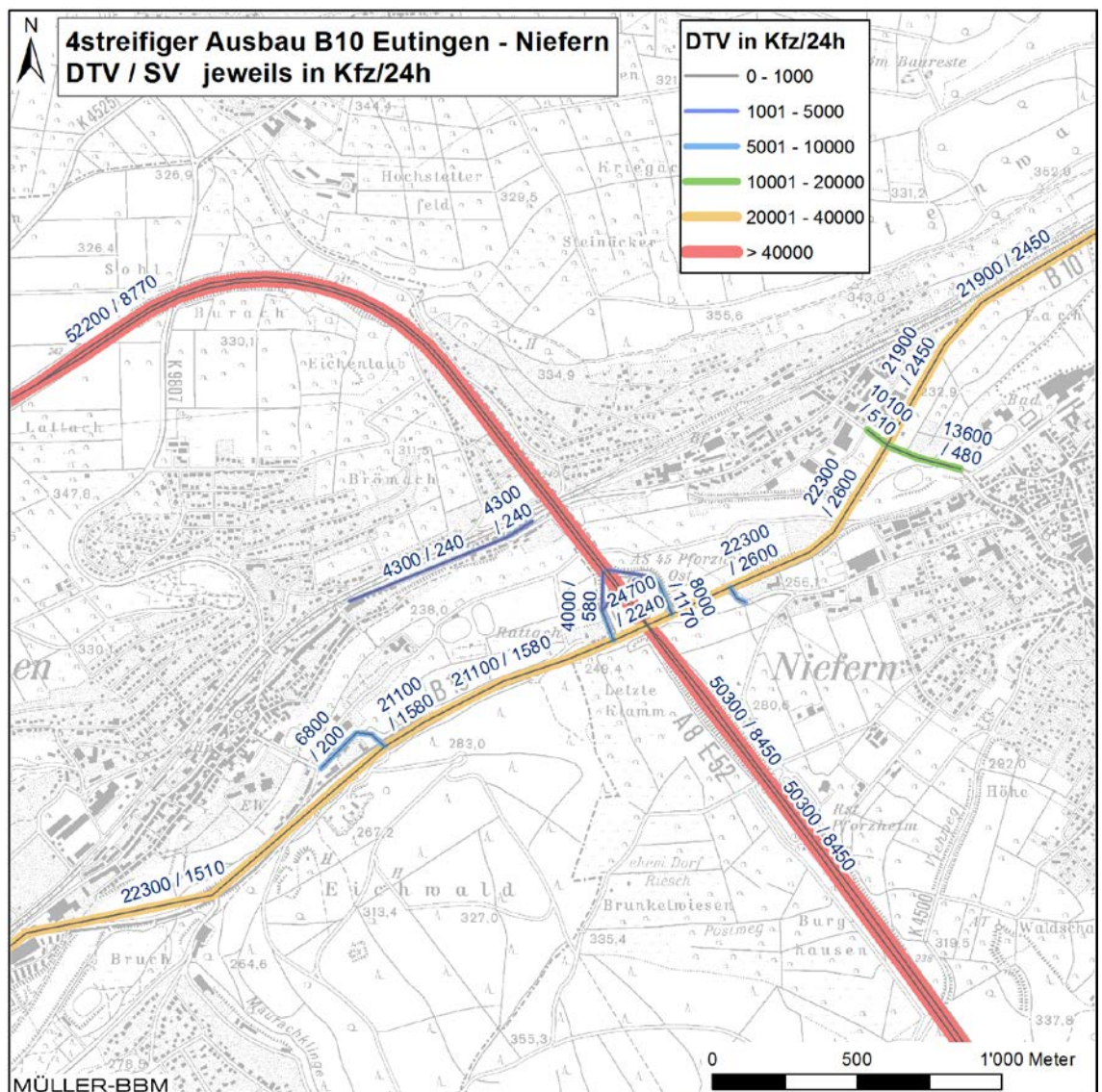


Abbildung 2. Planfall Ausbau der B 10 Prognose 2030 - durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) und tägliche Anzahl Schwerverkehr SV (über 3,5 t zGG²) [23]. Für die Autobahn ist die Verkehrsbelastung je Fahrtrichtung angegeben. Kartengrundlage: Topografische Karte übernommen aus [24].

4.2 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“ [18] die vom Straßenverkehr freigesetzten Schadstoffmengen (Emissionen) berechnet. In der vorliegenden Untersuchung werden die Schadstoffe Stickoxide (NO_x bzw. NO und NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) behandelt.

Die Abgas-Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge wurden dem einschlägigen "Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 3.3" [9] für das betrachtete Bezugsjahr entnommen.

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

Die Verkehrssituation im Untersuchungsgebiet wurde nach HBEFA dem Gebietstyp „ländlicher Raum“ zugeordnet. Für den fließenden Verkehr wurde nach Erkenntnissen bei der Ortseinsicht [16] und den Ergebnissen der Leistungsfähigkeitsberechnungen [23] auf den Straßen im Untersuchungsgebiet die Verkehrsqualität nach HBEFA überwiegend 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 wurden für eine Verkehrsflottenzusammensetzung nach HBEFA 3.3 im Bezugsjahr 2023³ ermittelt. Dieser Ansatz ist konservativ, da er die 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 nach Angaben des Entwicklers des HBEFA [14] bei den Emissionsberechnungen berücksichtigt. Feinstaubemissionen aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung wurden nach [7] berücksichtigt.

Die im Untersuchungsgebiet angesetzten Verkehrssituationen sind Abbildung 3 zu entnehmen. In Tabelle 2 sind die verwendeten Emissionsfaktoren differenziert nach Leichtverkehr LV (Personenkraftwagen Pkw, inkl. 9 % leichte Nutzfahrzeuge INfz) und Schwerverkehr SV (schwere Nutzfahrzeuge SNF, inkl. 13 % Busse) aufgeführt.

³ Fertigstellung der Maßnahme wird frühestens in 2023/2024 sein.

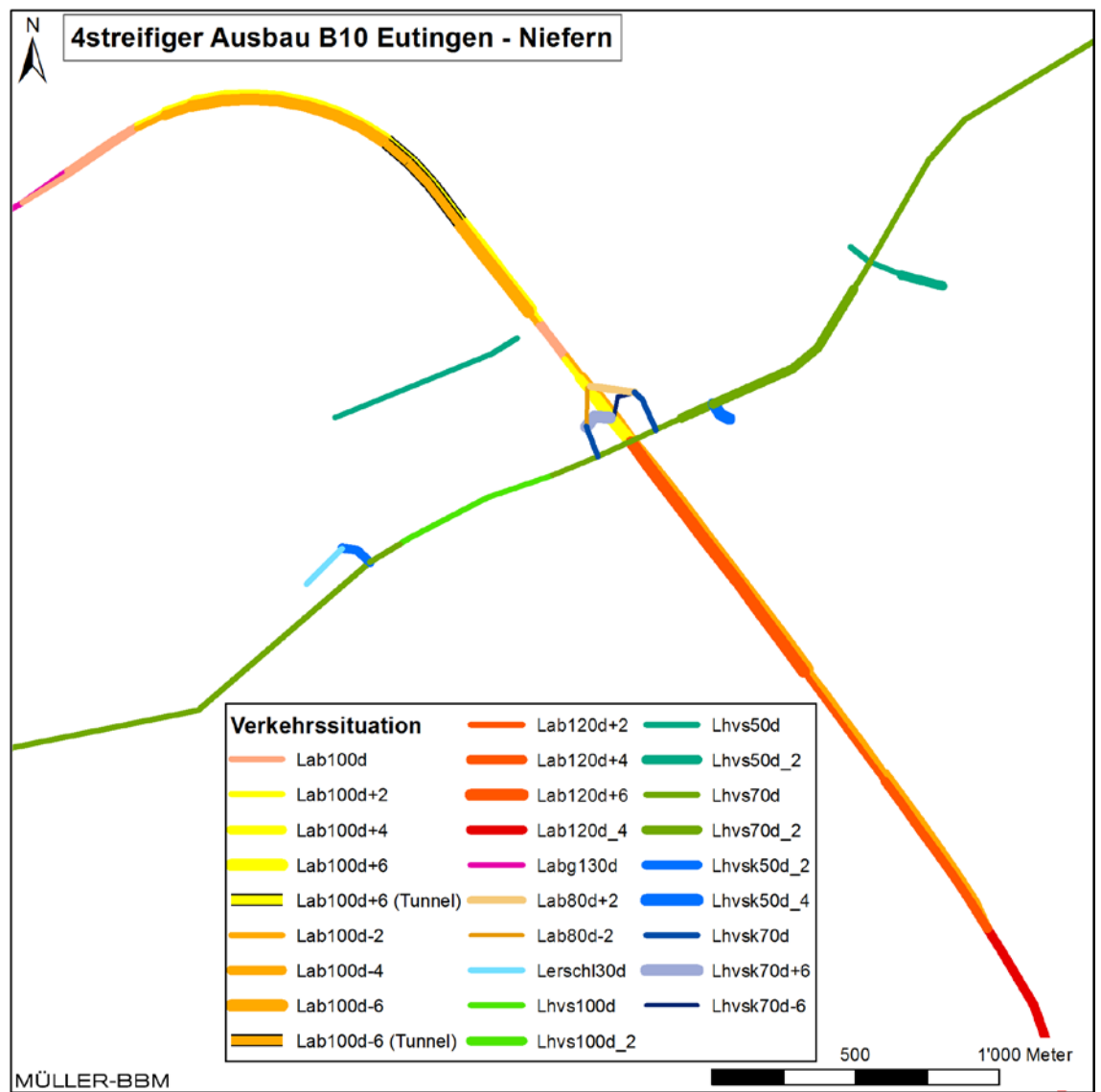


Abbildung 3. Planfall, angesetzte Verkehrssituationen nach HBEFA [9].

Tabelle 2. Emissionsfaktoren Leichtverkehr LV (Pkw und INfz) und Schwerverkehr SV (SNF und BUS) nach HBEFA 3.3 [9] für eine Fahrzeugflotte im Jahr 2023.

Verkehrssituation	Längs- neigung	NO _x		Partikel (Abgas)		PM _{2,5} (Abrieb)		PM ₁₀ (Abrieb/Aufw.)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
		in [mg/km] je Fahrzeug							
Lab100d	0%	200	390	2,8	6	14,5	87	30	130
Lab100d+2	+2%	320	590	3,8	9	14,5	87	30	130
Lab100d+4	+4%	480	940	5,0	12	14,5	87	30	130
Lab100d+6	+6%	700	1.260	6,3	16	14,5	87	30	130
Lab100d-2	-2%	110	710	2,0	2	14,5	87	30	130
Lab100d-4	-4%	60	110	1,6	1	14,5	87	30	130
Lab100d-6	-6%	40	20	1,4	1	14,5	87	30	130
Lab120d+2	+2%	400	590	4,2	9	14,5	87	30	130
Lab120d+4	+4%	650	950	5,6	12	14,5	87	30	130
Lab120d+6	+6%	950	1.260	7,0	16	14,5	87	30	130
Lab120d_4	+/-4%	370	530	3,8	6	14,5	87	30	130
Lab80d+2	+2%	260	580	3,4	10	14,5	87	30	130
Lab80d-2	-2%	100	730	1,8	2	14,5	87	30	130
Labg130d	0%	400	390	4,9	6	14,5	87	30	130
Lhvs100d	0%	200	560	2,9	9	14,5	87	30	130
Lhvs100d_2	+/-2%	220	770	3,0	9	14,5	87	30	130
Lhvs70d	0%	230	720	3,2	10	14,5	87	30	130
Lhvs70d_2	+/-2%	240	900	3,2	10	14,5	87	30	130
Lhvs70d	0%	200	970	3,2	12	14,5	87	30	130
Lhvs70d+6	+6%	520	1.500	5,7	24	14,5	87	30	130
Lhvs70d-6	-6%	80	860	1,8	4	14,5	87	30	130
Lhvs50d	0%	230	1.150	4,0	13	14,5	87	33	350
Lhvs50d_2	+/-2%	230	1.290	4,1	13	14,5	87	33	350
Lhvs50d_2	+/-2%	240	1.780	4,1	17	14,5	87	33	350
Lhvs50d_4	+/-4%	270	1.730	4,4	17	14,5	87	33	350
Lersch130d	0%	280	1.570	5,1	19	14,5	87	35	500
Lab100d+6Tunnel	+6%	700	1.260	6,3	16	14,5	87	30	130
Lab100d-6Tunnel	-6%	40	20	1,4	1	14,5	87	30	130

Labg130d Ländlich, Autobahn, ohne Tempolimit, dichter Verkehr, Längsneigung 0%

Lab100d Ländlich, Autobahn, Tempolimit 100, dichter Verkehr, Längsneigung 0%

Lab100d+2 Ländlich, Autobahn, Tempolimit 100, dichter Verkehr, Längsneigung +2%

Lab100d-4 Ländlich, Autobahn, Tempolimit 100, dichter Verkehr, Längsneigung -4%

Lhvs70d+6 Ländlich, Hauptverkehrsstraße, Tempo 70, dichter Verkehr, Längsneigung +6%

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

Lersch130d 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 4.1) berechnet. Die mit den Verkehrsprognosedaten 2030 und mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2023 ermittelten Emissionsdichten sind für die hier betrachteten Untersuchungsfall in Abbildung 4 dargestellt. Die im geplanten Tunnelabschnitt der BAB A 8 erzeugten Emissionen wurden auf dessen Portalbereiche umgelegt.

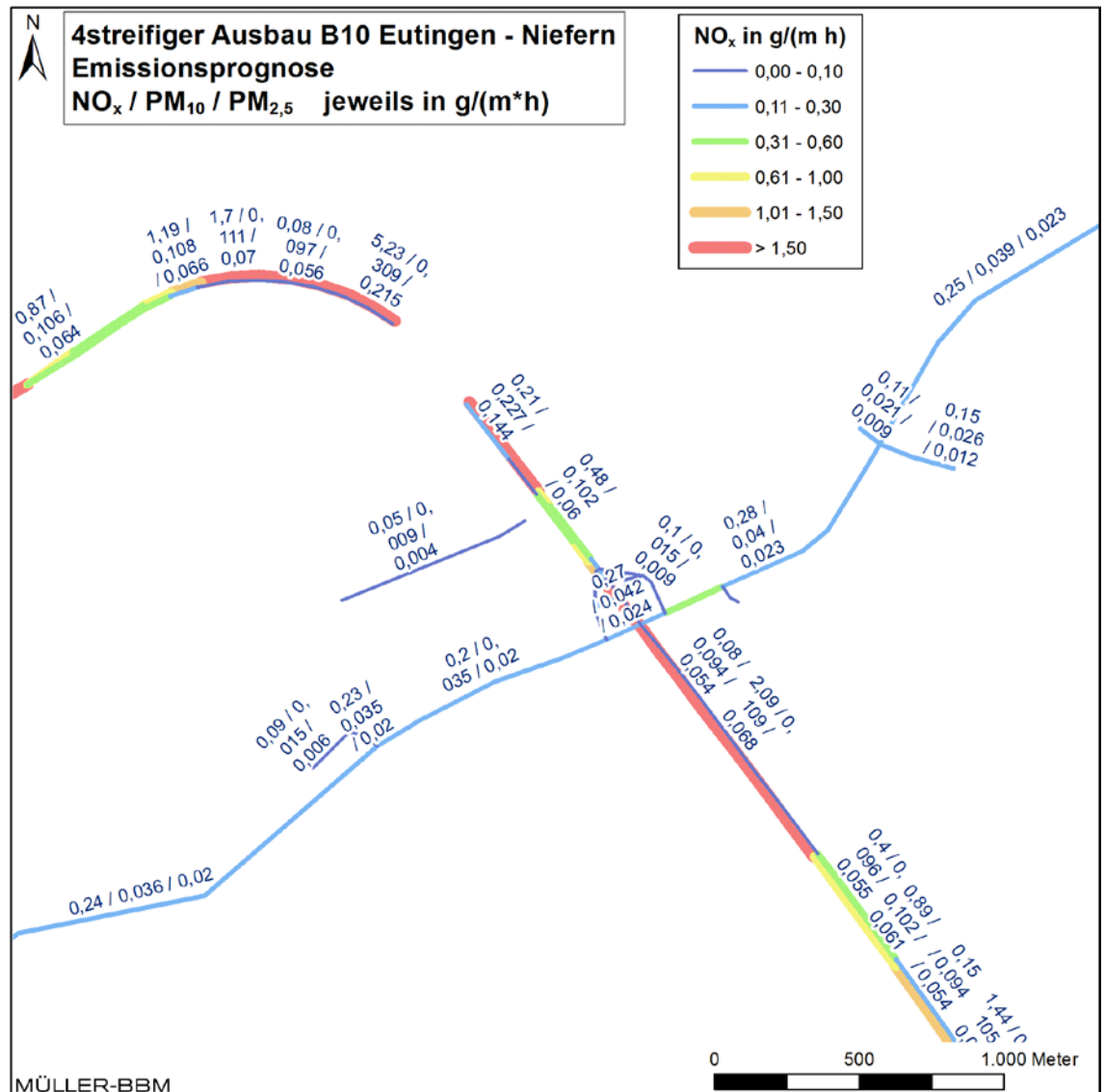


Abbildung 4. Prognose Planfall 2030, jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2023.

4.3 Berücksichtigung von Geländedaten

Das Geländere relief variiert im Rechengebiet zwischen ca. 228 m und 385 m über Normalhöhen null (NHN). Das Gelände kann als gegliedert eingestuft werden. Zur Berücksichtigung der Orographie bei der Berechnung des Windfeldes wurde die Geländestruktur in Form eines digitalen Geländemodells zugrunde gelegt.

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 [3] zu bestimmen. Auf Basis der Geländenutzungsdaten wird in den Ausbreitungsrechnungen die Bodenrauigkeit $z_0 = 0,5$ m angesetzt. Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Anhang 3 der TA Luft [8] mit $d_0 = z_0 \times 6$.

Das digitale Geländemodell wurde aus früheren Untersuchungen [24] [25] für den Auftraggeber im Zuge der Planung zum Ausbau der A 8 im Bereich des Enztals übernommen. Die hierfür zugrunde gelegten Geländehöhen waren vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt worden. Die Rasterauflösung des digitalen Geländemodells beträgt 25 m (siehe Relief in Abbildung 5). Das digitale Geländemodell wurde bei den Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen mit LASAT sowie bei den ebenfalls aus den Untersuchungen [24] [25] im Rahmen der Planungen zum Ausbau der A 8 übernommenen Kaltluftsimulationen verwendet.

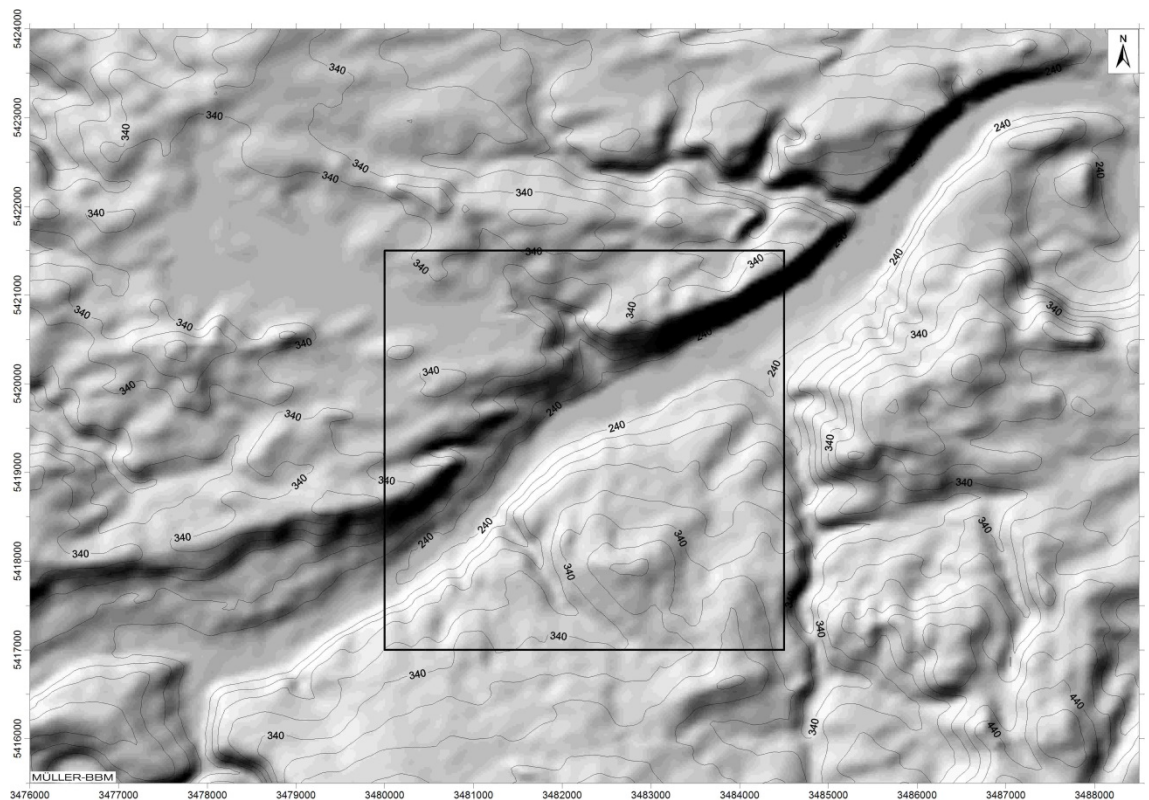


Abbildung 5. Geländere relief im LASAT-Rechengebiet, Geländehöhen übernommen aus [24].

4.4 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das LASAT-Rechengebiet für die Ausbreitungsrechnung wurde als ein rechteckiges Gebiet mit einer Kantenlänge von 4.500 m × 4.500 m festgelegt (Abbildung 6). Das Raster zur Berechnung der Immissionen wurde mit einem Gitter festgelegt, dessen Maschenweite 25 m beträgt.

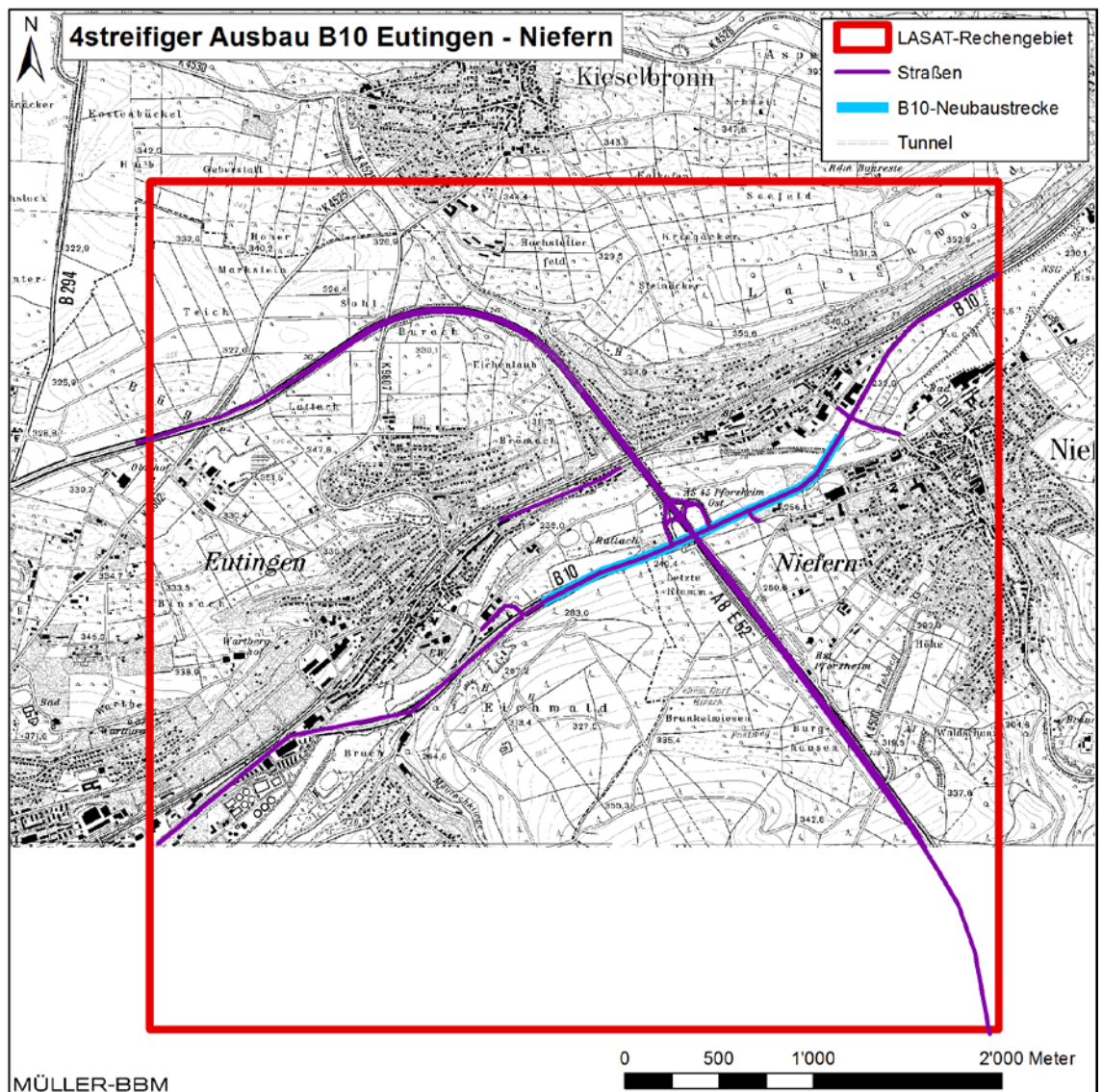


Abbildung 6. LASAT-Rechengebiet, Kartengrundlage: Topografische Karte übernommen aus [24].

4.5 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 Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Luftdruckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ab ca. 1.500 m über Grund) hat daher in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. Ein zweites Maximum, das vor allem durch die Luftdruckverteilung in Hochdruckgebieten bestimmt wird, ist bei Winden aus Ost bis Nordost vorherrschend. In Bodennähe, wo die lokale Ausbreitung von verkehrsbedingten Schadstoffen erfolgt, wird die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch die topographischen Strukturen modifiziert. Dies ist vor allem im Bereich von Tälern sichtbar. Dort werden die Windrichtungen entlang der Talachse kanalisiert.

In der Nähe des Untersuchungsgebiets liegt die Station Pforzheim-Ispringen des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Für die vorliegende Untersuchung sind die Winddaten von Ispringen [13] am besten geeignet. Die Häufigkeitsverteilung der Winddaten von anderen, nahegelegenen Standorten geben lokal geprägte Einflüsse wieder. Die DWD-Station Ispringen liegt etwa 4 km nördlich von Pforzheim in leicht hügeligem Gelände umgeben von Wiesen, Äckern und lockeren Baumgruppen. Die Station liegt frei und ist repräsentativ für die Region. Lediglich im Westen und Nordwesten wird die freie Lage durch eine Pappelreihe und landwirtschaftliche Gebäude etwas beeinträchtigt. Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten für die Station Ispringen im Zeitraum 01.06.1989 bis 31.05.1996 sind in der Abbildung 7 dargestellt. Die auftretenden Hauptwindrichtungen sind West bis Südwest und v. a. bei geringen Windgeschwindigkeiten Südost bis Ost. Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt bei 3.1 m/s. Die relative Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 8 dargestellt. Mit einem Anteil von 50 % treten die neutralen Schichtungen der Klassen III/1 und III/2 am häufigsten auf. Stabile Schichtungen liegen in ca. 38 % der Fälle vor.

Die Ausbreitungsklassenstatistik von Pforzheim-Ispringen [13] wird bei den Berechnungen als Referenz angesetzt. Das diagnostische Windfeldmodell des Ausbreitungsmodells LASAT berechnet für das gesamte Rechengebiet die durch Topografie und Landnutzung geprägte örtliche Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung. Hierfür werden 36 Windverteilungen einzeln berechnet, wobei die Anströmrichtung am Rand des Untersuchungsgebiets jeweils um 10 Grad variiert wird. Die verwendete Ausbreitungsklassenstatistik repräsentiert in dieser Vorgehensweise nur die großräumigen Windverhältnisse (Hauptwindrichtungen etc.), die dann mit den berechneten örtlichen Windfeldern im Untersuchungsgebiet statistisch gekoppelt werden. Somit liegt für das Untersuchungsgebiet flächendeckend die Information zu den lokalen Windverhältnissen vor.

Windverteilung Pforzheim

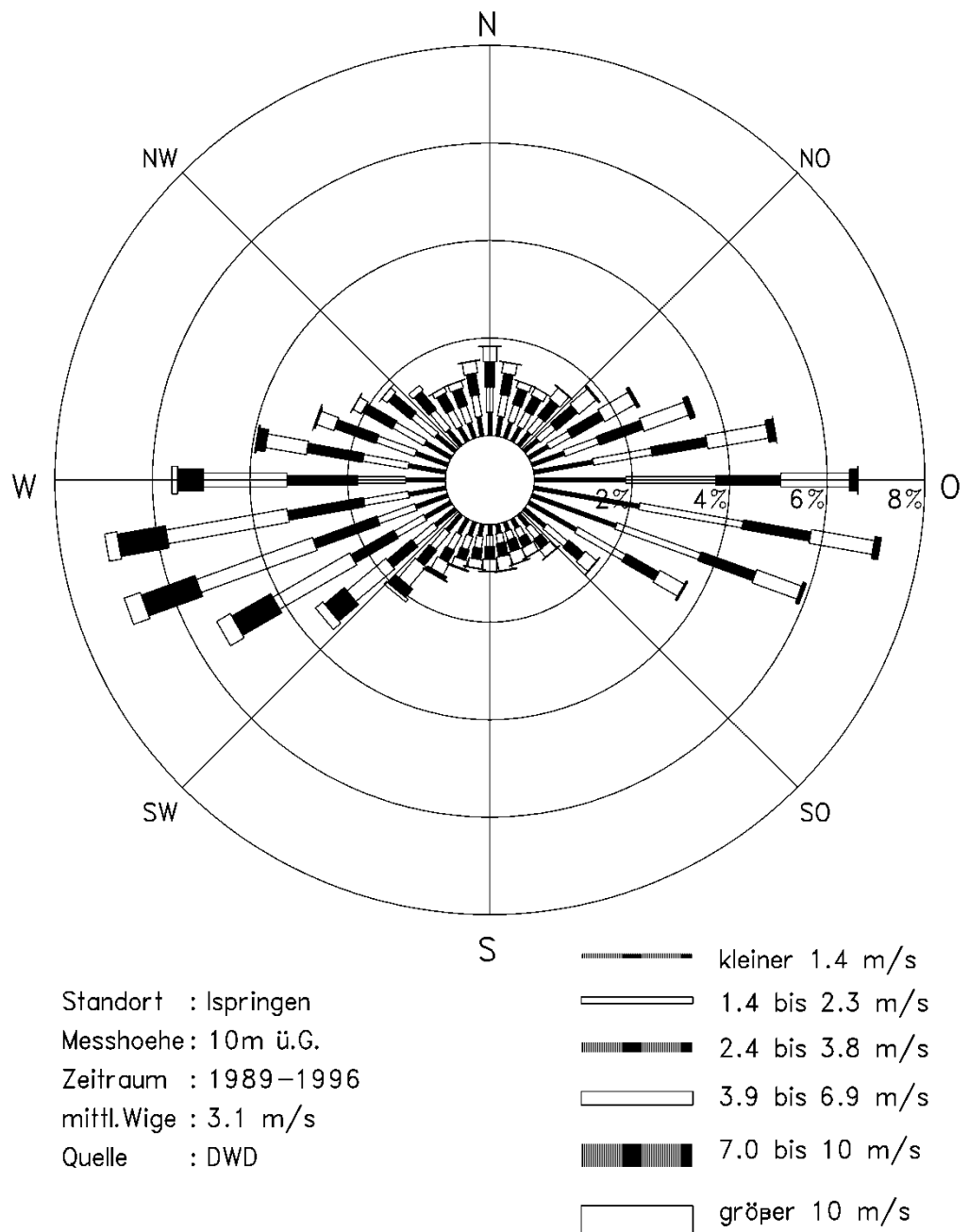


Abbildung 7. Windrichtungs- und -geschwindigkeitshäufigkeiten an der DWD-Station Pforzheim-Ispringen [13].

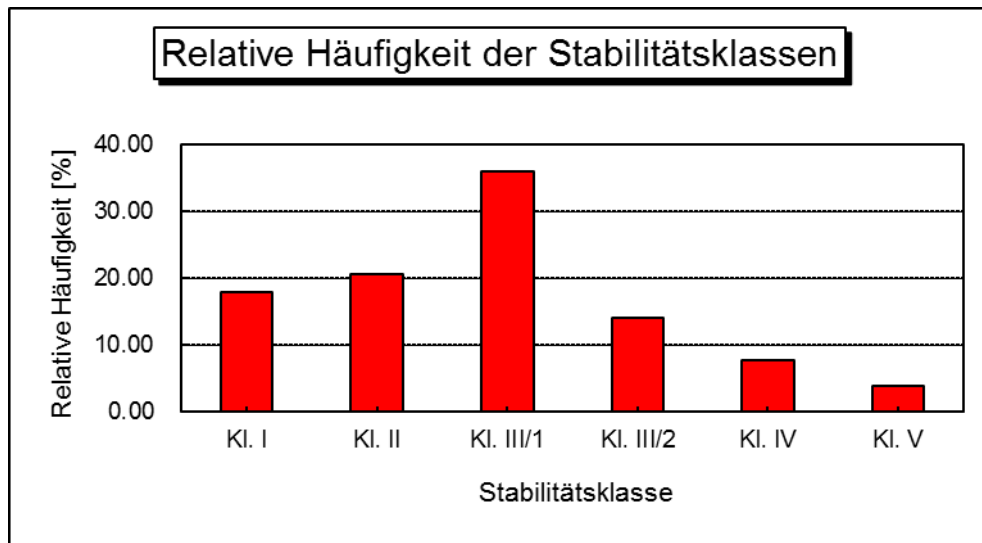


Abbildung 8. Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen an der DWD-Station Pforzheim-Ispringen [13].

Das wesentliche Charakteristikum für den Turbulenzzustand und damit die Fähigkeit zur Verdünnung von Schadstoffemissionen stellen die sogenannten Ausbreitungsklassen dar.

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

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

wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 [20] und entsprechend den im Anhang 3 der TA Luft [8] festgelegten Konventionen bestimmt.

4.6 Simulation von Kaltluftströmungen

Im Untersuchungsgebiet sind relevanten Einflüssen von Kaltluftströmungen zu erwarten. Diese wurden mittels Kaltluftsimulationen berücksichtigt (siehe Abschnitt 4.3), die in die der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegten meteorologischen Daten und Windfelder eingebunden wurden.

Die aus den früheren Untersuchungen übernommenen Simulationen für die Kaltluftströmungen wurden für ein weitaus größeres Rechengebiet als das LASAT-Rechengebiet durchgeführt, um die Einzugsbereiche der Kaltluft ausreichend zu erfassen (siehe [25]).

4.7 Hintergrundbelastung

Die Gesamt-Immission (Konzentration) eines Schadstoffes setzt sich aus der lokal vorhandenen Hintergrundbelastung und der Zusatzbelastung zusammen, die von den in 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.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW betreibt das Luftmessnetz zur Überwachung der Luftqualität. Die gemessenen Luftschadstoffkonzentrationen werden von der LUBW als statistische Jahreskenngrößen veröffentlicht [12]. Die Messstationen werden vom Betreiber entsprechend ihrer Lage in Bezug zu den wesentlichen Emittenten klassifiziert.

Die Jahreskenngrößen für die Messstationen im Umfeld sind zusammen mit der vom Betreiber angegebenen Klassifizierung der Station in der Tabelle 3 aufgeführt. Die nächstgelegenen Messstellen Wiesloch (etwas erhöht außerhalb des Rheintals) und Heidelberg (städtisch geprägt) werden nicht als repräsentativ für das Untersuchungsgebiet erachtet.

Die Daten der Messstellen Eggenstein (etwa 30 km südwestlich, vorstädtischer Hintergrund) und Karlsruhe-Nordwest (etwa 37 km südwestlich, vorstädtischer Hintergrund) werden zur Einschätzung der Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet herangezogen.

Tabelle 3. Messdaten (Jahreskenngrößen) der umliegenden Messstationen sowie deren Klassifizierung [12].

Station	Jahr	NO ₂ [µg/m ³]	PM _{2,5} [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]	PM ₁₀ -TM>50 [-]	Betreiber- Klassifizierung	Entfernung in km
Pforzheim	2014	26	11	16	5	städtisch, Hintergrund	7,8
	2015	27	12	17	4		
	2016	25	11	15	1		
	2017	23	10	16	10		
Eggenstein	2014	24	--	17	7	städtisch, Hintergrund	31,9
	2015	24	--	17	3		
	2016	22	--	16	1		
	2017	20	--	17	7		
Gärtringen	2014	15	--	14	2	städtisch, Hintergrund	31,5
	2015	15	--	14	1		
	2016	15	--	13	6		
	2017	14	--	14	6		
Ludwigsburg	2014	26	--	17	8	städtisch, Hintergrund	29,9
	2015	27	--	19	4		
	2016	26	--	17	1		
	2017	25	--	17	10		
Karlsruhe- Nordwest	2014	23	12	17	8	städtisch, Hintergrund	32,6
	2015	24	12	17	3		
	2016	23	11	16	1		
	2017	22	11	16	8		

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

- 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2
- 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$
- 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10}

5 Ergebnisse der Immissionsprognosen

5.1 Allgemeines

Mit dem Ausbreitungsmodell LASAT [5] wurden unter Berücksichtigung der Schadstoffemissionen (Abschnitt 4.2), der Topografie (Abschnitt 4.3) sowie der meteorologischen Daten (Abschnitt 4.5) die Immissionszusatzbelastungen ermittelt und der Hintergrundbelastung (Abschnitt 4.4) 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 [15].

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 ausgewählte Untersuchungspunkte / Immissionsorte (Abschnitt 5.3) sind in den Abbildungen markiert.

5.2 Immissionen in Bezug auf Schutz der menschlichen Gesundheit

Die für den Planfall Prognose 2030 mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2023 ermittelten Feinstaubimmissionen sind für $PM_{2,5}$ in Abbildung 9 und für PM_{10} in Abbildung 10 dargestellt.

Auch straßennah sind die $PM_{2,5}$ -Immissionen im Planfall geringer als der Immissionsgrenzwert für den Jahresmittelwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden im Untersuchungsgebiet sind die $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte deutlich geringer als der Grenzwert.

Die ermittelten PM_{10} -Immissionen unterschreiten im Planfall 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 in den beurteilungsrelevanten Bereichen entsprechend der in Abschnitt 3.2 genannten Korrelation deutlich unterschritten. Bei prognostizierten Gesamtbelastungen an den Gebäudefassaden von höchstens $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist nicht mit einer Überschreitung der zulässigen Anzahl von 35 Tagen mit Tagesmittelwerten größer $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu rechnen [6] [11] [17].

Der Vergleich der Immissionen mit dem jeweiligen Grenzwert zeigt die unterschiedliche Relevanz der Schadstoffkomponenten. Die NO_2 -Jahresmittelwerte stellen in Bezug zum Grenzwert die höchsten Immissionsbelastungen dar, d. h. die ermittelten Immissionskenngrößen der anderen Schadstoffe schöpfen den jeweiligen Grenzwert weniger aus.

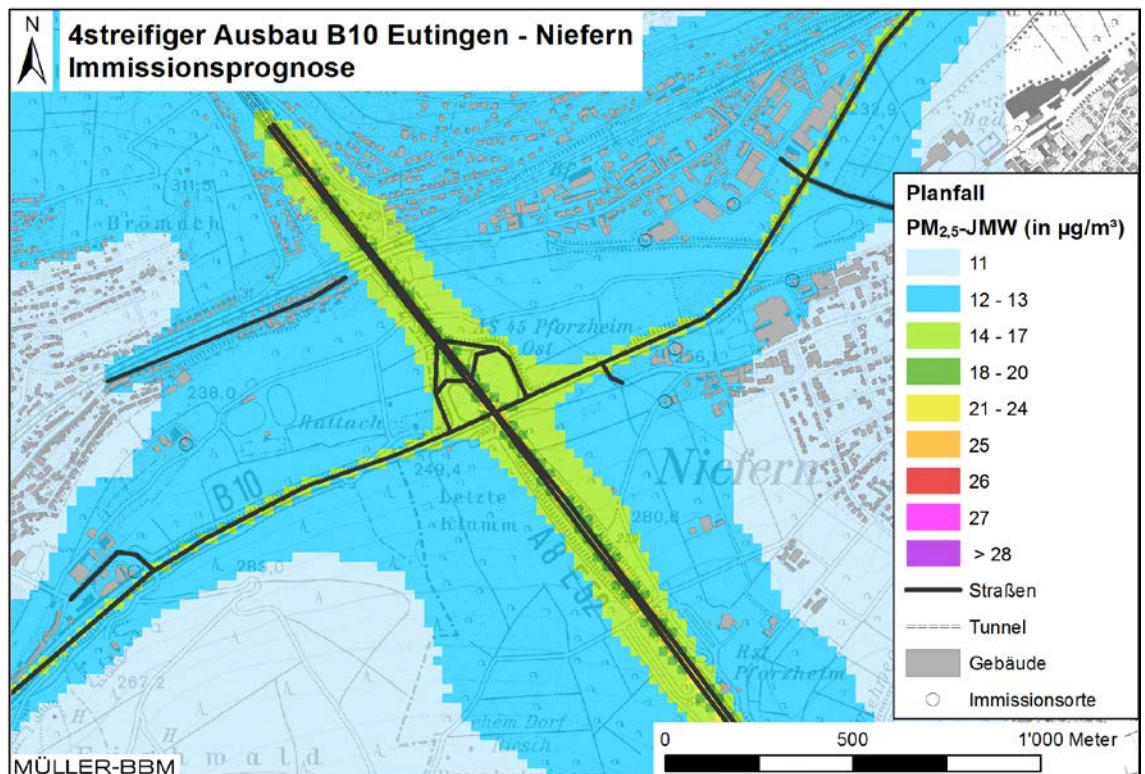


Abbildung 9. Planfall Prognose 2030, PM_{2.5}-Immissionen (Jahresmittelwerte) ermittelt mit Kfz-Flotte des Jahres 2023, Kartengrundlage: Topografische Karte übernommen aus [24].

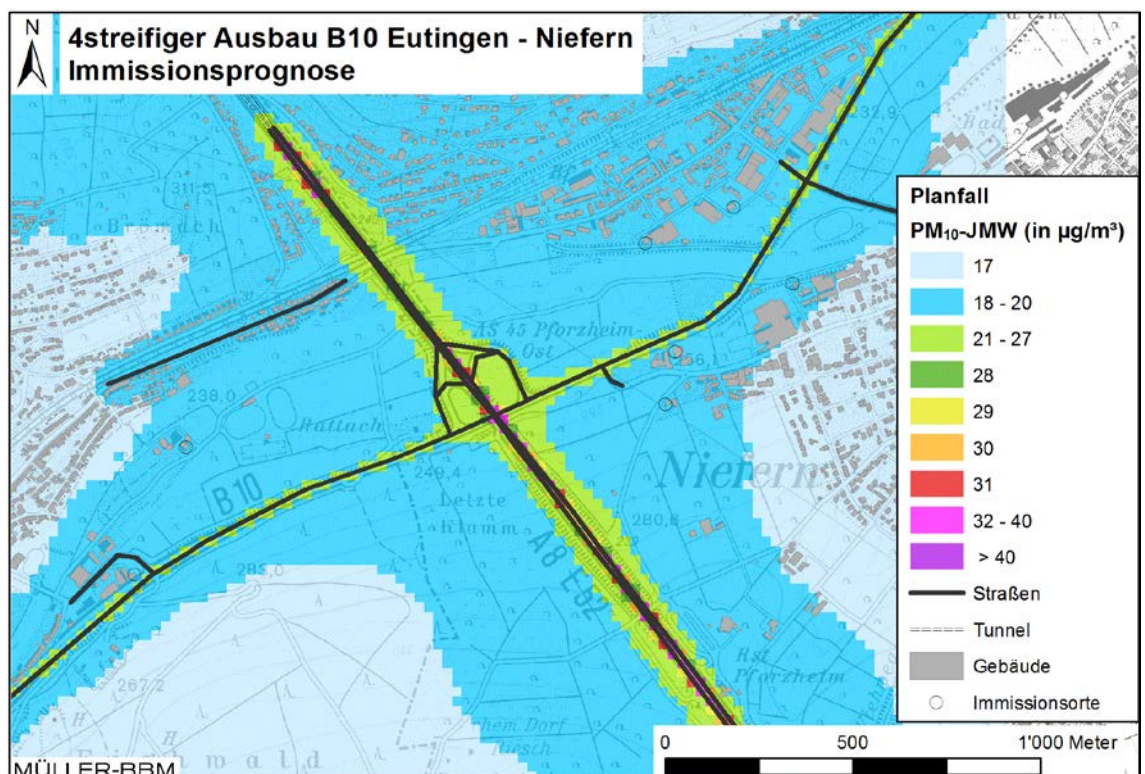


Abbildung 10. Planfall Prognose 2030, PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte) ermittelt mit Kfz-Flotte des Jahres 2023, Kartengrundlage: Topografische Karte übernommen aus [24].

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.

In Abbildung 11 sind die für den Planfall Prognose 2030 mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2023 ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte dargestellt. Die NO₂-Immissionen zeigen erwartungsgemäß längs der von Nord nach Süd das Untersuchungsgebiet querenden A 8 sowie entlang der von West nach Ost verlaufenden B 10 deutlich erhöhte Konzentrationen. An den nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Gebäuden zur B 10 (Wohnbebauung, Hotel) unterschreiten jedoch die prognostizierten NO₂-Immissionen im Planfall den Grenzwert von 40 µg/m³.

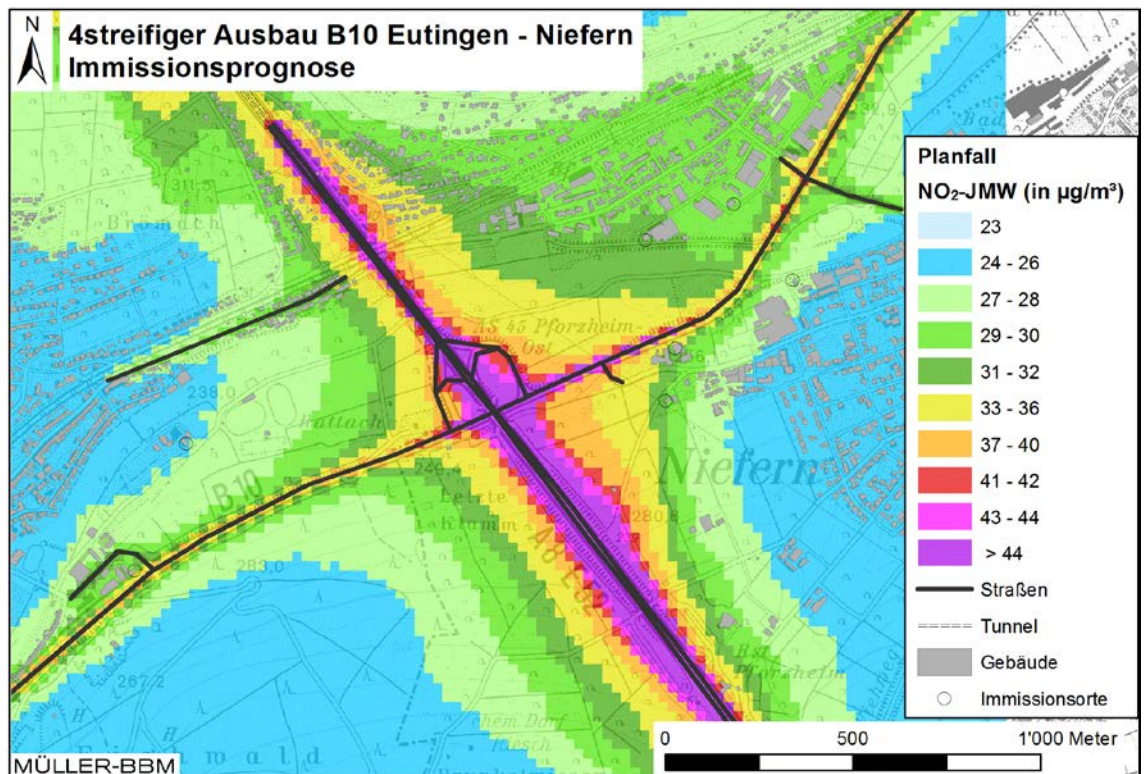


Abbildung 11. Planfall Prognose 2030, NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) ermittelt mit Kfz-Flotte des Jahres 2023, Kartengrundlage: Topografische Karte übernommen aus [24].

5.3 Punktuelle Auswertung hinsichtlich Schutz der menschlichen Gesundheit

Neben der flächenhaften Darstellung wurden für ausgewählte Untersuchungspunkte (Immissionsorte) die ermittelten Immissionen punktgenau ermittelt. Die Immissionsorte wurden an die zu den Straßen nächstgelegenen Wohngebäude (bzw. im Falle des IO_01 ein Hotel) gelegt. Die Abbildung 12 zeigt die Lage der ausgewählten Immissionsorte, für die die Immissionen berechnet wurden.

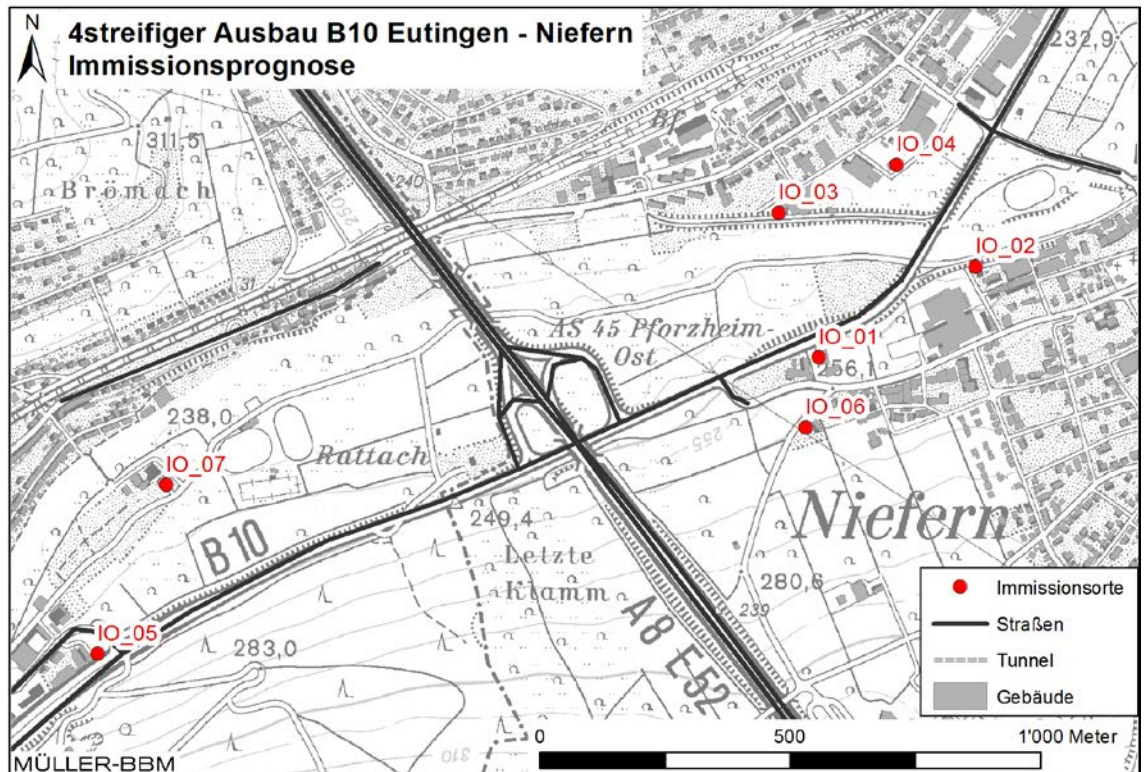


Abbildung 12. Lage der ausgewählten Untersuchungspunkte (Immissionsorte), Kartengrundlage: Topografische Karte übernommen aus [24].

Die für die ausgewählten Untersuchungspunkte prognostizierten Gesamtbelastungen des Planfalls sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die an diesen Untersuchungspunkten ermittelten Immissionen stehen für die verkehrsbedingt am höchsten belasteten, beurteilungsrelevanten Bereiche (Wohnnutzung).

Tabelle 4. Immissionen Prognose 2030 (Jahresmittelwerte) an den ausgewählten Immissionsorten (siehe Abbildung 12), ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2021.

Untersuchungs- punkt	NO ₂ [µg/m ³]	PM _{2,5} [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]	PM ₁₀ -TM>50 [-]
IO_01	32	12	18	5
IO_02	27	12	18	5
IO_03	31	12	18	5
IO_04	30	12	18	5
IO_05	31	12	19	6
IO_06	31	12	18	5
IO_07	26	12	18	5
Grenzwert	40	25	40	35

Die Feinstaubbelastungen an den ausgewählten Immissionsorten unterschreiten die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte nach der 39. BImSchV. Die ermittelten PM_{2,5}-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 12 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert von 25 µg/m³. Auch die ermittelten PM₁₀-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 19 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m³. Damit ist an den Fassaden der betrachteten Gebäude auch davon auszugehen, dass die nach der 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den PM₁₀-Tagesmittelwert nicht erreicht werden.

Auch die NO₂-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 32 µg/m³ unterhalb des Grenzwerts von 40 µg/m³. Die NO₂-Immissionen sind jedoch in Bezug zum Grenzwert deutlich höher.

Nach den hier dokumentierten Untersuchungen werden im untersuchten Planfall die Grenzwerte nach 39. BImSchV in den beurteilungsrelevanten Bereichen (Gebäudefassaden in Wohnbereichen) eingehalten.

Da die Immissionszusatzbelastung im Planfall Prognose 2030 mit den Emissionsfaktoren einer Fahrzeugflotte des Jahres 2023 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

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

- [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., Bössinger, 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] CORINE Land Cover, Daten zur Bodenbedeckung, Landnutzung, Wiesbaden.
- [4] Daten- und Kartendienst der LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public>.
- [5] Dispersion Model LASAT, Version 3.4.5 2017-05-16, Copyright (c) L. Janicke 1989-2017, Juni 2017, <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [6] Düring, I., Bössinger, R., Lohmeyer, A.: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen; Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), BASt-Reihe "Verkehrstechnik" Band V 125, 96 S, 2005.
- [7] Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, Schmidt, W., Düring, I., Lohmeyer, A., i. A. des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Dresden, Juni 2011, und Korrektur des Erratums Tabelle 3.21, pers. Mitteilung Schmidt, W., April 2012
- [8] 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).
- [9] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 3.3, 24. April 2017, INFRAS Bern/Zürich, www.hbefa.net.
- [10] Lage- und Höhenpläne der Straßenplanung, Regierungspräsidium Karlsruhe, Abteilung Straßenwesen und Verkehr, März 2018.
- [11] 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.
- [12] Luftdaten, Messungen der Luftqualität, Mehrjährige Datenreihen, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.
- [13] Meteorologische Daten (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ausbreitungs-kategorie) der DWD Station Pforzheim-Ispringen, 01.06.1989 – 31.05.1996.

- [14] Methodik zur Ermittlung der Startzuschläge auf die Emissionsfaktoren nach HBEFA, INFRAS Bern/Zürich, Mario Keller, schriftliche Mitteilung 16.12.2012.
- [15] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244).
- [16] Ortsbesichtigung am 09.11.2018 mit Fotodokumentation.
- [17] Rabl, P., 2003: Ermittlung der Vorbelastung bei der Anwendung der TA-Luft, Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.), TA Luft 2002 – Ausbreitungs-rechnung, Allgemeine Anforderungen, Augsburg 2003.
- [18] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.
- [19] 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.
- [20] Richtlinie VDI 3783 Blatt 8: Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Dezember 2002.
- [21] 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.
- [22] Topographische Karte Baden-Württemberg, Maßstab 1:50.000, Geogrid®-Viewer V6, EADS Deutschland GmbH.
- [23] Verkehrsuntersuchung B 10 – 4-streifiger Ausbau zwischen Eutingen und Niefern, Verkehrsprognose 2030, Planungsfall Ausbau B 10 ohne OU Niefern-Öschelbronn, BS Ingenieure, i. A. des Regierungspräsidiums Karlsruhe, Stand 19.10. 2018. Ergänzende Angaben der SV-Belastung > 3,5t angegeben als DTV, per E-Mail vom 09.11.2018.
- [24] Bösing, R.: 6-streifiger Ausbau der Bundesautobahn A 8 Karlsruhe – Stuttgart zwischen den Anschlussstellen Pforzheim-Süd und Pforzheim-Nord (Enztalquerung) – Luftschadstoffgutachten Prognose 2025. Müller-BBM GmbH, Niederlassung Karlsruhe, Bericht Nr. M87310/2, 23.05.2011.
- [25] Bösing, R., Rühling, A., Nagel, T., Bächlin, W: 6-streifiger Ausbau der Bundesautobahn A 8 Karlsruhe - Stuttgart zwischen den Anschlussstellen Pforzheim-Süd und Pforzheim-Nord (Enztalquerung) – Luftschadstoffgutachten. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Projekt 61372-09-01, Januar 2009.