

Müller-BBM GmbH  
Niederlassung Karlsruhe  
Nördliche Hildapromenade 6  
76133 Karlsruhe

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

[www.MuellerBBM.de](http://www.MuellerBBM.de)

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

07. April 2020  
M154969/01 Version 1 BSG/WLR

## **B 293neu Ortsumfahrung Berghausen**

### **Fortschreibung Luftschadstoffgutachten für die Planfeststellung**

**Bericht Nr. M154969/01**

Auftraggeber:

Regierungspräsidium Karlsruhe  
Referat 44  
76247 Karlsruhe

Bearbeitet von:

Dr. rer. nat. Rainer Bösing

Berichtsumfang:

Insgesamt 56 Seiten, davon  
3 Seiten Textteil,  
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**

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>6</b>
<b>2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen</b>	<b>7</b>
2.1 Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit	7
2.2 Stickstoffeintrag in Natura 2000-Gebieten	8
<b>3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik</b>	<b>9</b>
3.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	9
3.2 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren	12
<b>4 Technische Grundlagen</b>	<b>14</b>
4.1 Verkehrsdaten	14
4.2 Emissionen des Straßenverkehrs	17
4.3 Rechengebiet und räumliche Auflösung	21
4.4 Berücksichtigung von Geländedaten	21
4.5 Meteorologische Daten	23
4.6 Simulation der Kaltluftströmung	26
4.7 Hintergrundbelastung	29
<b>5 Ergebnisse der Immissionsprognosen</b>	<b>32</b>
5.1 Allgemeines	32
5.2 Immissionen in Bezug auf Schutz der menschlichen Gesundheit	32
5.3 Stickstoffeintrag in benachbarte FFH-Gebiete	40
<b>6 Grundlagen, verwendete Literatur</b>	<b>44</b>
<b>A Emissionen des Straßenverkehrs</b>	<b>48</b>
<b>B PM<sub>10</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte)</b>	<b>51</b>
<b>C PM<sub>2,5</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte)</b>	<b>54</b>

## Zusammenfassung

Der heutige innerörtliche Verkehrsknoten B 10 / B 293 in Pfinztal-Berghausen ist überlastet. Die Messungen der LUBW an der Karlsruher Straße in Berghausen belegen  $\text{NO}_2$ -Immissionen mit Überschreitung der Grenzwerte nach 39. BImSchV [25], die zu mehr als die Hälfte vom Straßenverkehr verursacht werden [13].

Für die zur Entlastung der Ortsdurchfahrt in Pfinztal-Berghausen geplante B 293neu von Pfinztal-Berghausen nach Bretten über Jöhlingen wurden die lufthygienischen Auswirkungen bei Realisierung des Feststellungsentwurfs (FE) der aktuellen Straßenplanung

Planfall FE mit B 293neu jedoch ohne B 10neu Tunnel Hopfenberg

und zum Vergleich die Immissionen in der Prognose Nullfall betrachtet. Als Grundlage für das Planfeststellungsverfahren wurden hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit Prognosen der  $\text{NO}_2$ -Immissionen und der Feinstaubkomponenten ( $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$ ) durchgeführt. Darüber hinaus wurde der Stickstoffeintrag (N-Deposition) in umliegende FFH-Gebiete untersucht.

Das vorliegende Luftschadstoffgutachten beschreibt die Ermittlung der durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursachten Schadstoffemissionen und die Berechnung der daraus resultierenden Immissionen in beurteilungsrelevanten Siedlungsbereichen sowie der vom Straßenverkehr verursachten N-Deposition auf die FFH-Flächen.

Die Grundlage für die dazu durchgeführten Immissionsprognosen sind Ausbreitungsrechnungen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT [8] mit Einbindung der modellierten Kaltluftabflüsse in das Windfeldmodell unter Berücksichtigung der Topografie und der Emissionen im Untersuchungsgebiet sowie punktuell für repräsentative Untersuchungspunkte in der Ortsdurchfahrt mit PROKAS [28]. Die Vorgehensweise erfüllt die Forderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 14 Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung [31].

Im Sinne einer konservativen Betrachtung (ungünstigste Annahme) wurden die Emissions- und Immissionsprognosen auf Grundlage der Verkehrsprognosen 2035 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 PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 16 µg/m<sup>3</sup> deutlich unter dem Grenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup>. Auch die ermittelten PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 26 µg/m<sup>3</sup> deutlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>. Damit ist an den Fassaden der beurteilungsrelevanten Gebäude davon auszugehen, dass die nach der 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwert nicht erreicht werden.

Die für die Prognose Nullfall ermittelten NO<sub>2</sub>-Immissionen zeigen längs der heutigen Ortsdurchfahrt Berghausen (Karlsruher Straße, B 10 / B 293) die erwarteten hohen Konzentrationen. Aufgrund der Verkehrszunahme in der Prognose 2035 gegenüber heute (siehe Abschnitt 4.1) wurde mit der hier angesetzten konservativen Betrachtung mit einer Fahrzeugflotte des Jahres 2025 eine Überschreitung des Grenzwertes für den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> ermittelt.

Im Planfall wird in der Ortsdurchfahrt durch die Verkehrsverlagerungen auf die B 293neu eine Minderung der Schadstoffbelastungen eintreten. Die Schadstoffbelastung an der B 293alt (Richtung Norden abzweigend) sinkt deutlich. Die Minderungen der relevanten NO<sub>2</sub>-Immissionen erreichen bis zu -22 % (bezogen auf den Grenzwert). An der weiterhin als Ortsdurchfahrt dienenden B 10 Richtung Grötzingen verbleiben noch hohe NO<sub>2</sub>-Immissionen. An der LUBW-Messstelle ist aufgrund der Verkehrsverlagerung im Planfall eine Unterschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes zu erwarten.

Im Verlauf der geplanten Trasse der B 293neu sind die NO<sub>2</sub>-Immissionen erhöht. Aufgrund des zusätzlichen Verkehrs auf der B 293neu sind die NO<sub>2</sub>-Immissionen an Rheinstraße, Weiherstraße, Dieselstraße, J.-v.-Fraunhofer Weg und Hans-Thoma-Straße im Planfall grundsätzlich höher als im Nullfall. Die NO<sub>2</sub>-Immissionen erhöhen sich um bis zu 24 % (bezogen auf den Grenzwert). An den betroffenen Immissionsorten bleiben die NO<sub>2</sub>-Immissionen jedoch deutlich unter dem Grenzwert. Die dort durch die Planung B 293neu zu erwartenden zusätzlichen Schadstoffbelastungen erreichen nach den hier vorgestellten Immissionsprognosen keine unzulässig hohen Werte.

Insgesamt kann aus den Ergebnissen der durchgeführten Immissionsprognosen abgeleitet werden, dass im Umfeld der geplanten B 293neu die Grenzwerte nach 39. BImSchV eingehalten werden. Für die beurteilungsrelevanten Bereiche (Gebäudefassaden von Wohngebäuden) wurden Immissionen ermittelt, die die Grenzwerte der 39. BImSchV deutlich unterschreiten. Die Minderungseffekte in der Ortsdurchfahrt sind aus lufthygienischer Sicht vorteilhaft.



**Stickstoffeintrag in benachbarte FFH-Gebiete**

Neben den Luftschadstoffkonzentrationen wurden die aus den vom Straßenverkehr emittierten Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) resultierenden Stickstoffeinträge (N-Deposition) in die FFH-Gebiete im Untersuchungsgebiet berechnet und für die weitere Bearbeitung an den FFH-Gutachter weitergegeben.

Für den Planfall wurden von den für die Prognose Planfall ermittelten N-Depositionen die an gleichem Ort für die Prognose Nullfall ermittelte N-Deposition abgezogen. Diese Differenzen stellen die jeweiligen vorhabenbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag dar. Die Vorgehensweise und die Ergebnisdarstellung folgt den Vorgaben des Stickstoffleitfadens H PSE [35], insbesondere wird demnach die Differenz zwischen Planfall und Nullfall nur für Werte größer als das zur Beurteilung dienende Abschneidekriterium von  $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$  (Abschnitt 2.2) dargestellt.

Die Zunahmen der N-Depositionen sind in Entfernungen größer als 300 m zur Trasse geringer als das Abschneidekriterium von  $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ . Einige Bereiche der FFH-Gebiete liegen jedoch näher an der Trasse und erfahren planungsbedingt höhere Stickstoffeinträge als  $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ . Insbesondere die Teilfläche vom FFH-Gebiet „Mittlerer Kraichgau“ unmittelbar an der B 293 nördlich von Berghausen ist davon betroffen. Die planungsbedingten zusätzlichen Stickstoffeinträge liegen in dieser Teilfläche zwischen  $0,3$  und  $2 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ .

Die Bewertung des zusätzlichen Stickstoffeintrags ist Gegenstand einer separaten FFH-Verträglichkeitsprüfung.

Dr. rer. nat. Rainer Böinger

## 1 Aufgabenstellung

Das Regierungspräsidium Karlsruhe plant die Verlegung der B 293 im Bereich von Berghausen als Verkehrsverbindung von Pfinztal-Berghausen nach Bretten über Jöhlingen. Der heutige innerörtliche Verkehrsknoten B 10 / B 293 in Berghausen ist überlastet. Die Luftschadstoffbelastung ist in diesem Bereich sehr hoch. Die Messungen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) an der Karlsruher Straße in Pfinztal-Berghausen belegen bis 2015 Immissionen mit Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes nach 39. BImSchV [25], die zu mehr als die Hälfte vom Straßenverkehr verursacht werden [13].

Für die zur Entlastung geplante B 293neu von Pfinztal-Berghausen nach Bretten über Jöhlingen sind die lufthygienischen Auswirkungen bei Realisierung des Feststellungs-entwurfs (FE) der aktuellen Straßenplanung

Planfall FE mit B 293neu, jedoch ohne B 10neu Tunnel Hopfenberg [17]

und zum Vergleich die in der Prognose Nullfall zu betrachten. Als Grundlage für das Planfeststellungsverfahren ist ein Luftschadstoffgutachten zu erstellen. Hierfür sind auf der Grundlage von Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung der Topografie, der lokalen meteorologischen Verhältnisse, der Hintergrundbelastung und der Emissionen des Straßenverkehrs die resultierenden Schadstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet zu ermitteln.

Für die Wohnbereiche sind Prognosen der NO<sub>2</sub>-Immissionen und der Feinstaubkomponenten (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) durchzuführen. Anhand der ermittelten Luftschadstoffbelastungen ist eine Beurteilung der Luftqualität bezüglich der einschlägigen Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach der 39. BImSchV zu treffen.

Darüber hinaus ist der Stickstoffeintrag in Natura 2000 Lebensraumtypen in den umgebenden FFH-Gebieten<sup>1</sup> zu untersuchen. Für die FFH-Gebiete sind die zu erwartenden Stickstoffeinträge (N-Deposition) zu berechnen als Grundlage für eine separate Verträglichkeitsprüfung.

---

<sup>1</sup> FFH: Fauna-Flora-Habitat, natürlicher Lebensraum von Tieren und Pflanzen geschützt durch Richtlinie 92/43/EWG oder Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, kurz FFH-Richtlinie.

## 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 [25] vorzunehmen.

In der vorliegenden Untersuchung werden die v. a. vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe Stickoxide  $\text{NO}_x$  (Summe aus  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ) sowie Feinstaubpartikel ( $\text{PM}_{10}$  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 [25].

Schadstoffkomponente Bezugszeitraum	Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr
<b>Stickstoffdioxid <math>\text{NO}_2</math></b>		
Jahresmittel	40	-
Stundenmittel	200	18
<b>Feinstaub <math>\text{PM}_{10}</math></b>		
Jahresmittel	40	-
Tagesmittel	50	35
<b>Feinstaub <math>\text{PM}_{2,5}</math></b>		
Jahresmittel	25	-

## 2.2 Stickstoffeintrag in Natura 2000-Gebieten

Für die Beurteilung des Schadstoffeintrags in Natura 2000-Gebiete hat z. B. das Landesumweltamt Brandenburg bereits 2008 sogenannte Critical Loads (kritische Eintragsraten) für verschiedene Vegetationstypen angegeben und die Vorgehensweise im April 2019 in der „Vollzugshilfe zur Ermittlung der Erheblichkeit von Stoffeinträgen in Natura 2000-Gebiete“ aktualisiert [18]. Critical Loads sind empirisch ermittelte lebensraumspezifische Zielwerte für die Stickstoffdeposition (Berner Liste aus dem Jahr 2002, aktualisiert und ergänzt im Jahr 2010). Bei einer Überschreitung des maßgeblichen FFH-spezifischen Critical Loads in der Gesamtbelastung wird ein begründetes Risiko angenommen, dass erhebliche Beeinträchtigungen durch Stickstoffeintrag kurz-, mittel- oder langfristig auftreten.

Um im Rahmen einer Vorprüfung zu entscheiden, ob eine FFH-Verträglichkeitsprüfung bezüglich möglicher Stoffeinträge für ein Natura 2000-Gebiet überhaupt durchgeführt werden muss, werden Erheblichkeitsschwellen für die projektspezifische Zusatzbelastung definiert. Bei einem Unterschreiten der Schwellen wird eine erhebliche Beeinträchtigung der FFH-Lebensraumtypen und -arten ausgeschlossen.

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat in einem Forschungsbericht zur Bewertung von straßenverkehrsbedingten Einträgen in empfindliche Biotop [4] einen Fachkonventionsvorschlag zur Erheblichkeitsbeurteilung veröffentlicht, der ein unteres Abschneidekriterium für die vorhabensbedingte Zusatzbelastung bei einem Depositionswert von  $0,3 \text{ kg N} / (\text{ha} \times \text{a})$  setzt. Hierzu wird in diesem Bericht ausgeführt: *Die zusätzliche Menge an vorhabenbedingten Stickstoffeinträgen ist bis zu dieser Schwelle weder durch Messungen empirisch nachweisbar noch wirkungsseitig relevant und damit nach den Maßstäben der praktischen Vernunft und der Verhältnismäßigkeit irrelevant* [4].

Diese Studie ist Grundlage des „Stickstoffleitfaden Straße - Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen, H PSE, Ausgabe 2019“ [35]. Der Wert von  $0,3 \text{ kg N} / (\text{ha} \times \text{a})$  gilt unabhängig von einem Critical Load.

Der straßenverkehrsbedingte Stickstoffeintrag (N-Deposition) resultiert aus den in den Kfz-Abgasen enthaltenen Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ).

Die vorliegende lufthygienische Untersuchung hat zur Aufgabe, die planungsbedingten Stickstoffeinträge (N-Deposition) in FFH-Gebiete in der Umgebung zu ermitteln. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens. Die N-Deposition wird für die Natura 2000-Gebiete (FFH-Gebiete) in der Umgebung der Planung ermittelt als Grundlage für die Feststellung der Situation durch den FFH-Gutachter.



### 3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik

#### 3.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Die Gemeinde Pfinztal-Berghausen liegt östlich von Karlsruhe am Rande des Kraichgaus. Wie der Name sagt, liegt es im Tal der Pfinz und ist von mehreren Erhebungen umgeben. Der Verlauf des Pfinztals knickt in Berghausen von Südsüd-osten kommend nach Westen ab. Von Norden her mündet in Berghausen das Deisental ins Pfinztal (Abbildung 1). Das Geländere relief variiert im Untersuchungsgebiet von etwa 110 m bis 270 m NHN. Im Untersuchungsgebiet sind durch die Topografie geprägte Windsysteme vorherrschend.

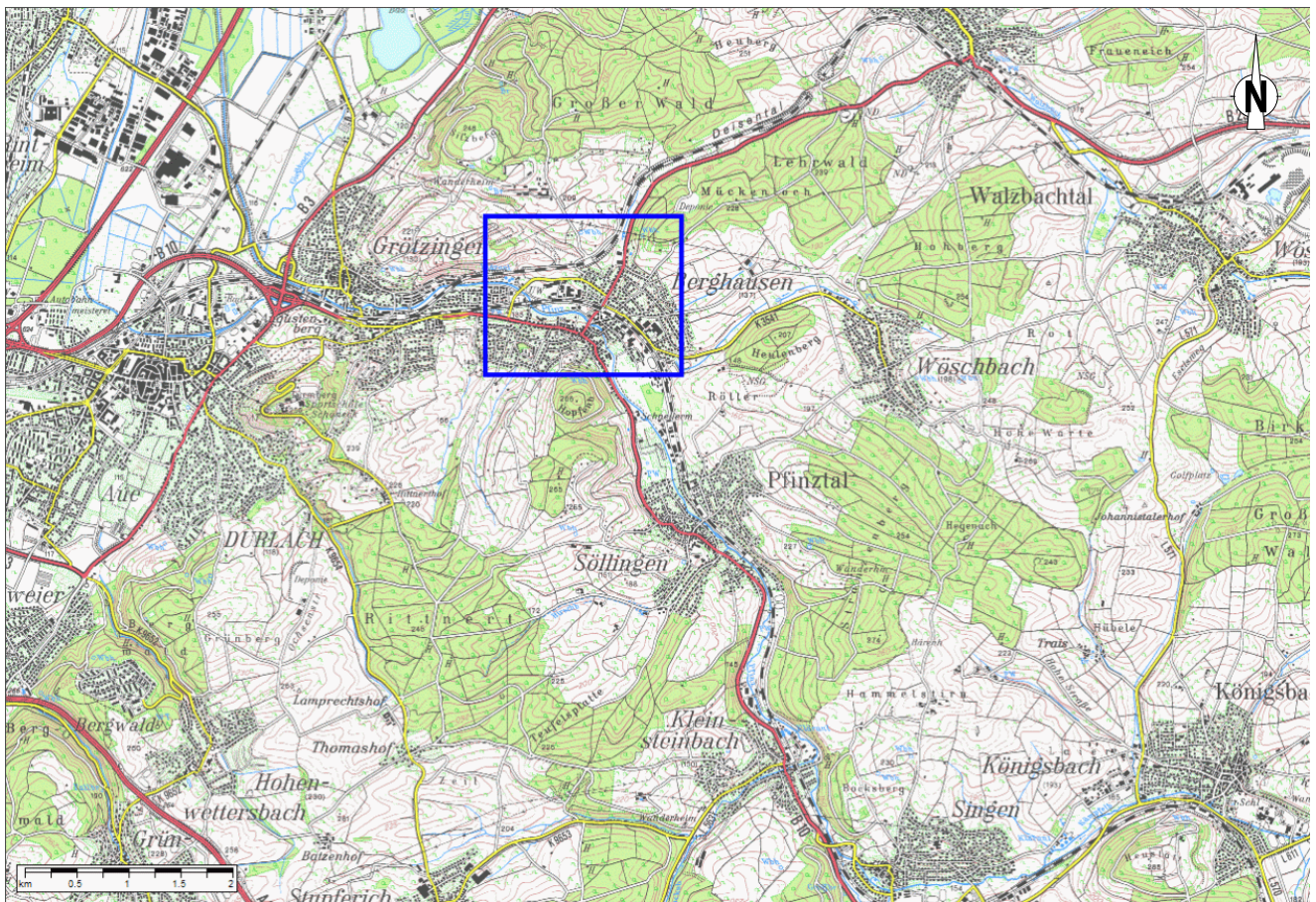


Abbildung 1. Topografische Karte [37] mit Untersuchungsgebiet (blau markiert).

Die Verkehrssituation in Berghausen wird geprägt durch die beiden Bundesstraßen B 10 und B 293. Die B 10 durchquert Berghausen von Karlsruhe kommend in Richtung Söllingen (Südost). Die B 293 führt in der Ortsmitte von Berghausen nach Norden in Richtung Bretten. Die Ortsdurchfahrt von Berghausen ist teilweise dicht bebaut (Abbildung 2). In Stoßzeiten entstehen in der Ortsdurchfahrt längere Stauungen. Der Verkehrsfluss wird von der Abzweigung auf die B 293 Richtung Bretten geprägt. Die Abbiegespur vor der Lichtsignalanlage liegt unmittelbar auf Höhe der LUBW-Messstelle (Abbildung 2 unten).





Abbildung 2. Ortsdurchfahrt von Berghausen, B 293 von Bretten kommend Blickrichtung Südwest (oben), Blickrichtung West auf bestehenden Knoten B 10/ B 293 (Mitte) und etwa 40 m weiter westlich der Querschnitt mit Messcontainer der LUBW (unten) [26].

Abbildung 3 zeigt den Trassenverlauf der B 293neu und umliegende FFH-Gebiete.

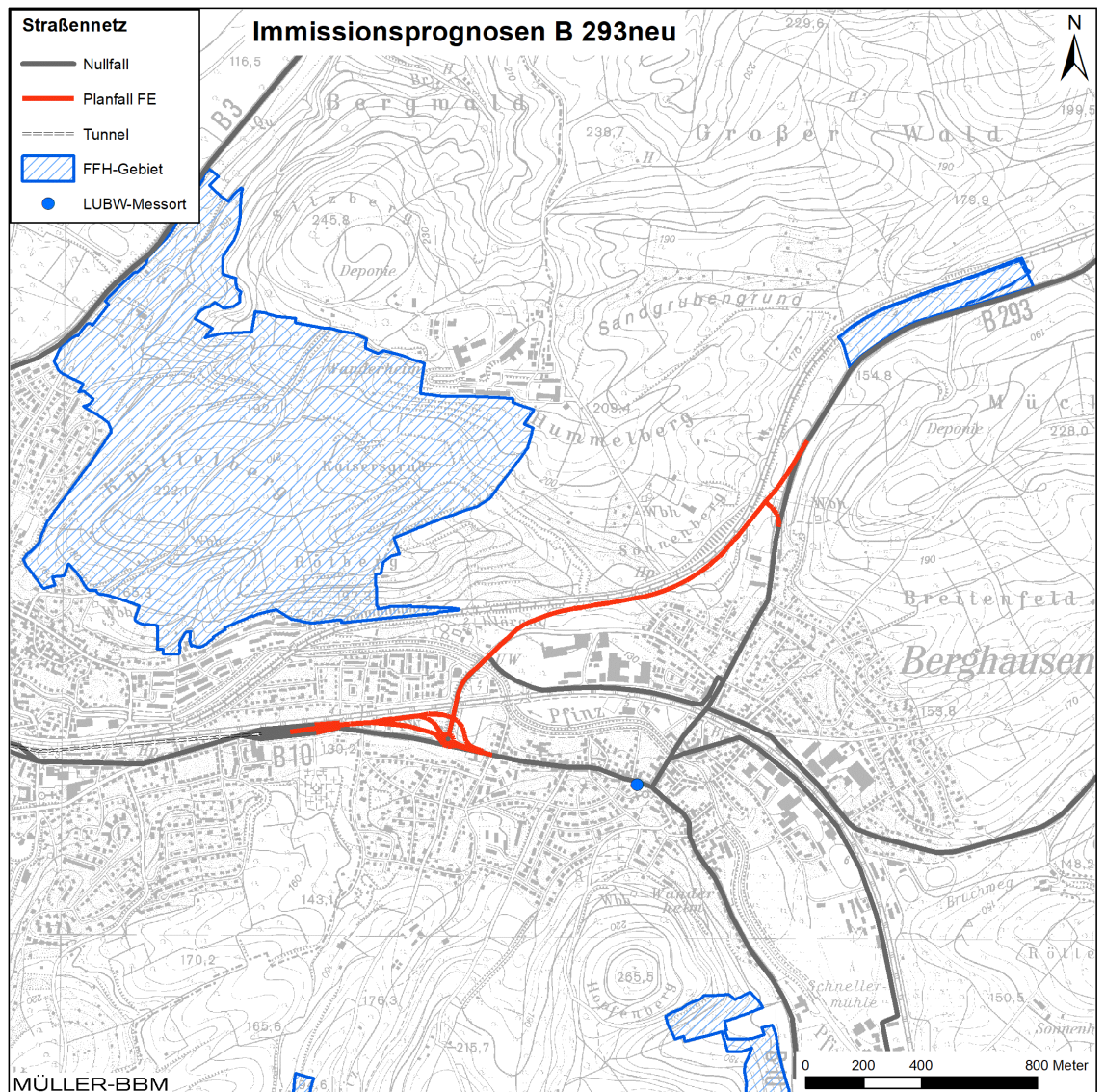


Abbildung 3. Trassenverlauf der geplanten B 293neu (rot) [17], berücksichtigte Straßenabschnitte, umliegende FFH-Gebiete und Lages der LUBW-Messstelle.

### 3.2 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren

Für die Prognose der Luftschadstoffbelastungen ist ein Verfahren anzuwenden, das die topografischen Gegebenheiten und das Straßennetz mit innerörtlichen Bereichen 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 [6] zeigen für das Untersuchungsgebiet Einflüsse von lokalen Windsystemen (Kaltluftabflüsse). Die Kaltluftbildung und Kaltluftflüsse sind durch Modellrechnungen zu quantifizieren und bei den durchzuführenden Immissionsberechnungen einzubeziehen.

Die der vorliegenden Untersuchung zugrundeliegende Vorgehensweise und die Berechnungsverfahren genügen den Forderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 14 „Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen“ [31].

Die Berechnungen der Emissionen und Immissionen wurden flächenhaft im Untersuchungsgebiet mit den für diese Aufgabenstellung geeigneten Prognosemodellen LASAT [8] und punktuell für repräsentative Untersuchungspunkte in der Ortsdurchfahrt mit PROKAS [28] für die o. g. Schadstoffe durchgeführt. Die Schadstoffkonzentrationen wurden flächenhaft im Untersuchungsgebiet und punktuell für repräsentative Belastungspunkte an der nächstgelegenen Bebauung berechnet.

Die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen (Masse der von den Fahrzeugen verursachten Schadstoffe) erfolgte entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ [30] auf Grundlage der aktuellen Datenbank „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA Version 4.1“ [15]. Die Schadstoffemissionen wurden auf Grundlage der vom Verkehrsgutachter zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen [40] und der den angesetzten Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren berechnet.

Für die Berechnung der Kaltluftabflüsse wird das Simulationsmodell KLAM\_21 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) [10] eingesetzt. KLAM\_21 berücksichtigt die Geländestruktur, die Oberflächenbeschaffenheit und kleinräumige Strömungshindernisse, wie z. B. Dämme, Wälle, Mauern oder Gebäude. KLAM\_21 ist dafür konzipiert, die zeitliche Entwicklung der Kaltluftentstehung zu simulieren und dabei quantitative Aussagen zur Strömungsgeschwindigkeit und zur Kaltluftschichtdicke zu liefern.

Die von der Topografie beeinflussten Luftströmungen und die Ausbreitung der Schadstoffe wurden mit dem dreidimensionalen Ausbreitungsmodell LASAT<sup>2</sup> berechnet [8]. Damit konnten die Emissionen auf den berücksichtigten Straßenabschnitten und die örtlichen meteorologischen Verhältnisse in die Berechnungen einbezogen werden. Für die Immissionsberechnungen wurden lokal repräsentative meteorologische Daten einer synthetischen Ausbreitungsklassenstatistik aus dem Windrosen-

---

<sup>2</sup> 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).



atlas des Landes Baden-Württemberg verwendet [21]. Die Kaltluftbildung und Kaltluftströmungen wurden durch Berechnungen mit dem Simulationsmodell KLAM\_21 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) [10] quantifiziert und bei den Ausbreitungsrechnungen einbezogen.

Die in der lufthygienischen Untersuchung zur UVS [2] für die Bestandssituation am LUBW-Messpunkt berechneten Immissionen wurden dazu verwendet, um die lokal anzusetzende Hintergrundbelastung abzuschätzen. 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 NO<sub>2</sub> erfolgte nach [33]. Dieser Ansatz wurde durch Auswertungen von Messdaten für NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte bis 60 µg/m<sup>3</sup> bestätigt [3].

### *Ermittlung der Kurzzeitbelastungswerte*

Die Betrachtung der PM<sub>10</sub>-Kurzzeitbelastung erfolgt mit Hilfe der funktionalen Abhängigkeit zwischen der Anzahl der Tage mit PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m<sup>3</sup> und dem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert, die in einem Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt aus Messdaten abgeleitet wurde [9]. Eine Überschreitung des PM<sub>10</sub>-Kurzzeitgrenzwertes wird mit diesem Ansatz für PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte größer als 30 µg/m<sup>3</sup> abgeleitet.

Nach einem Ansatz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz LANUV von Nordrhein-Westfalen wird bei einem PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert zwischen 29 µg/m<sup>3</sup> und 32 µg/m<sup>3</sup> die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten [19]. Nach [29] kann davon ausgegangen werden, dass der PM<sub>10</sub>-Tagesmittelgrenzwert eingehalten wird, wenn der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert nicht mehr als 27 bis 30 µg/m<sup>3</sup> beträgt. Der PM<sub>10</sub>-Kurzzeitgrenzwert ist daher wesentlich strenger als der zulässige Jahresmittelwert für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup>.

Bezüglich NO<sub>2</sub> ist aus Messdaten der umgekehrte Zusammenhang bekannt. Hier ist der Jahresmittelwert erwartungsgemäß die kritischere Größe. Statistische Auswertungen von gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen weisen im Vergleich der NO<sub>2</sub>-Kurzzeitbelastungswerte mit dem zugehörigen Jahresmittelwert an allen Messorten den Jahresmittelwert als die kritischere Größe aus. Unterschreitet die NO<sub>2</sub>-Belastung im Jahresmittel den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup>, so ist im Regelfall auch die Einhaltung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit (18mal pro Jahr) des Stundengrenzwerts von 200 µg/m<sup>3</sup> zu erwarten. Aus diesem Grund erfolgt im Zuge des vorliegenden Berichts keine explizite Bestimmung und Bewertung der Überschreitungshäufigkeit des NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwerts. Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt anhand der kritischeren Komponente NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert.

## 4 Technische Grundlagen

### 4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrszahlen wurden vom Verkehrsgutachter [40] übergeben. Die zur Verfügung gestellten und in den Emissions- und Immissionsberechnungen verwendeten Verkehrsdaten sind in Abbildung 4 und Abbildung 5 angegeben. Der Prognosehorizont der Verkehrsdaten liegt im Jahr 2035. Die Verkehrszahlen wurden als durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTVw in Kfz/24h) und als werktäglicher Schwerverkehr SVw (> 3,5 t zGG<sup>3</sup>) angegeben.

Die Umrechnungsfaktoren der werktäglichen Verkehrsmengen auf durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) 0,95 bzw. 0,87 für den SV wurden aus den Daten des Verkehrsmonitoring 2018 [39] für die Zählstelle B293 ZS 81139 ermittelt.

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

Die Verkehrsprognose 2035 für den Basis-Nullfall mit werktäglich 28200 Kfz/24h und ca. 10 % SV-Anteil geht von einer deutlichen Verkehrszunahme im Vergleich zur heutigen Belastung laut Verkehrsmonitoring 2018 [39] von etwa 20000 Kfz/24h und 8 % SV-Anteil aus.

---

<sup>3</sup> zGG zulässiges Gesamtgewicht

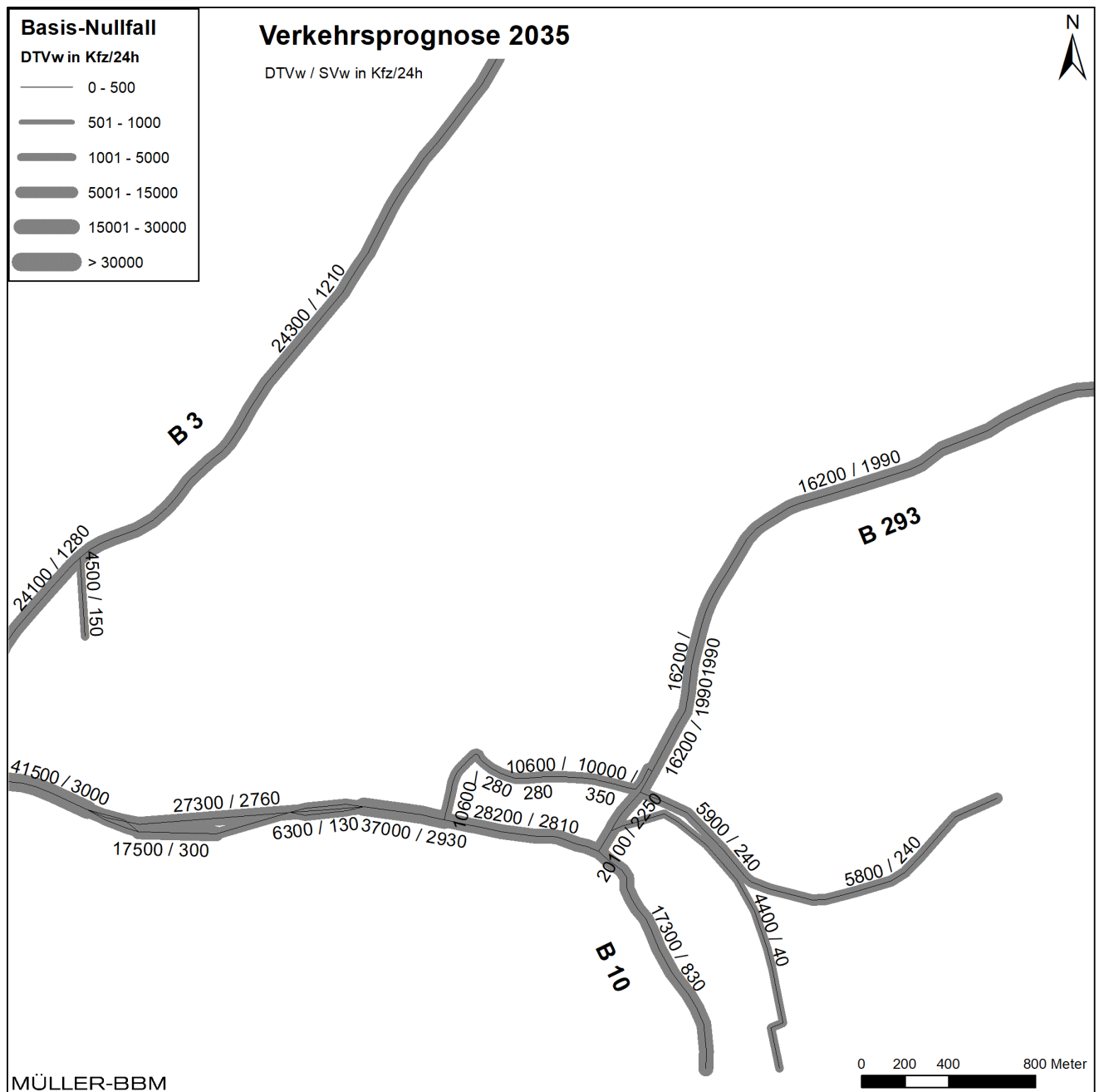


Abbildung 4. Prognose Nullfall 2035 - Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTV<sub>w</sub>) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SVw (über 3,5 t zul. Gesamtgewicht) [40].

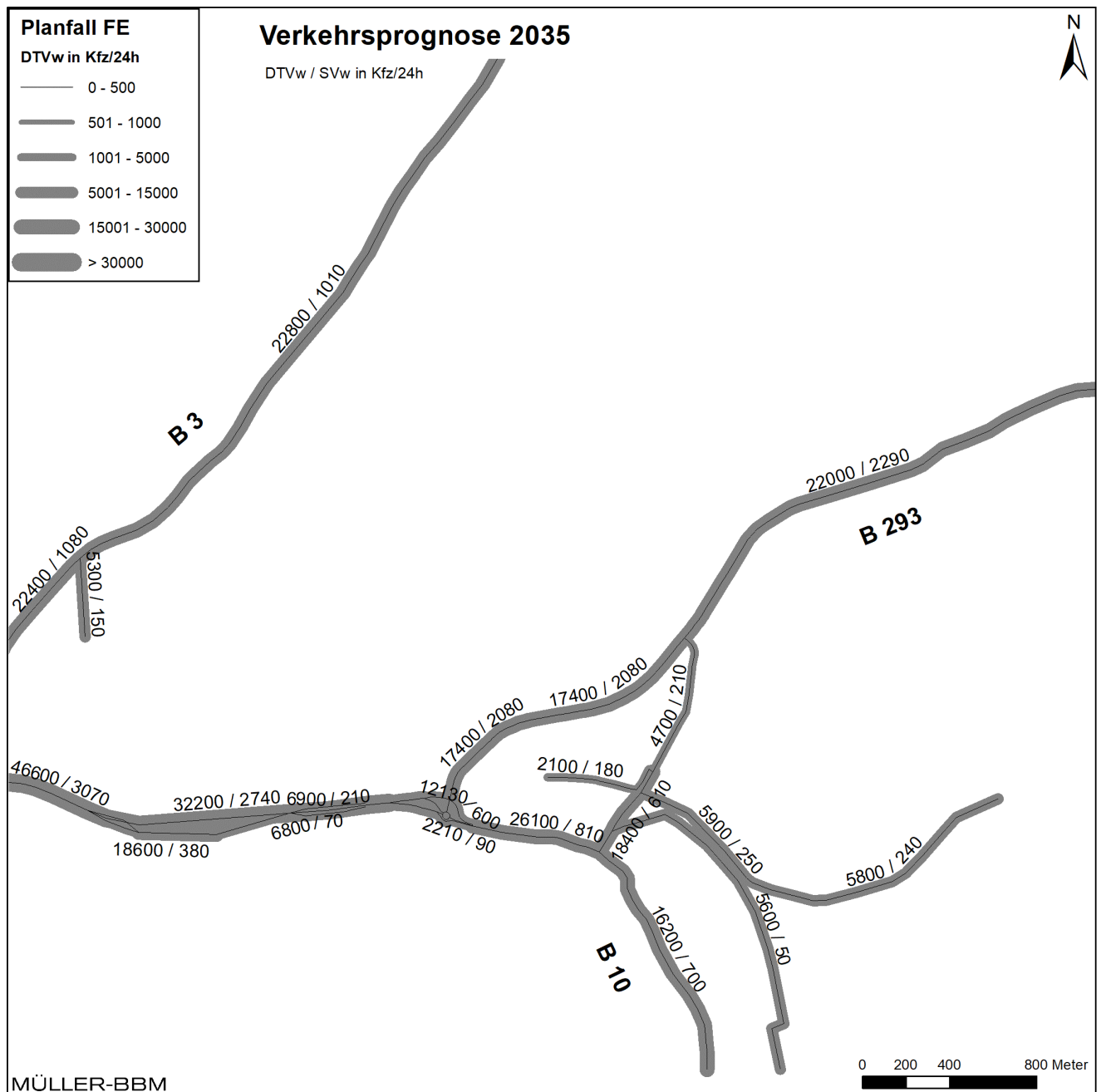


Abbildung 5. Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“ Prognose 2035 - Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTV<sub>w</sub>) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SVw (über 3,5 t zul. Gesamtgewicht) [40].

## 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“ [30] die vom Straßenverkehr freigesetzten Schadstoffmengen (Emissionen) berechnet. In der vorliegenden Untersuchung werden die Schadstoffe Stickoxide ( $\text{NO}_x$  bzw.  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ) und Feinstaubpartikel ( $\text{PM}_{10}$ ) behandelt.

Die Abgas-Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge wurden dem einschlägigen "Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 4.1" [15] für das betrachtete Bezugsjahr entnommen. Neben den Partikeln im Abgas 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. 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 Verkehrsqualität wird im HBEFA durch einen 5stufigen 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 [26] 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. In der Prognose Nullfall wird basierend auf Auswertungen der Verkehrszählung an der Verkehrsmessstation Pfinztal Karlsruher Straße für den innerörtlichen Verkehrsknoten B 10 / B 293 in der Ortsdurchfahrt Berghausen für die Spitzenstunden Stau angesetzt. Für Tempo 30 auf der B 10 wurden die Emissionsfaktoren für städtische Hauptverkehrsstraßen mit Tempo 30 in Ballungsräumen (Agglo) angesetzt, da es im HBEFA diese Verkehrssituation für den Gebietstyp „ländlicher Raum“ nicht gibt.

Die Emissionsfaktoren für die Prognosen wurden für eine Verkehrsflottenzusammensetzung nach HBEFA im Bezugsjahr 2025<sup>4</sup> 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 nach VDI 3782 Blatt 7 [30] bei den Emissionsberechnungen berücksichtigt.

<sup>4</sup> Das Jahr 2025 kann im Hinblick auf den frühesten Zeitpunkt der Realisierung der Maßnahme als Bezugsjahr für die Inbetriebnahme der Straße angenommen werden.

Die im Untersuchungsgebiet angesetzten Verkehrssituationen sind Abbildung 6 und Abbildung 7 zu entnehmen. In Tabelle 2 sind die verwendeten Emissionsfaktoren differenziert nach Leichtverkehr LV (Personenkraftwagen Pkw, inkl. leichte Nutzfahrzeuge LNF) und Schwerverkehr SV (schwere Nutzfahrzeuge SNF, inkl. Busse) aufgeführt.

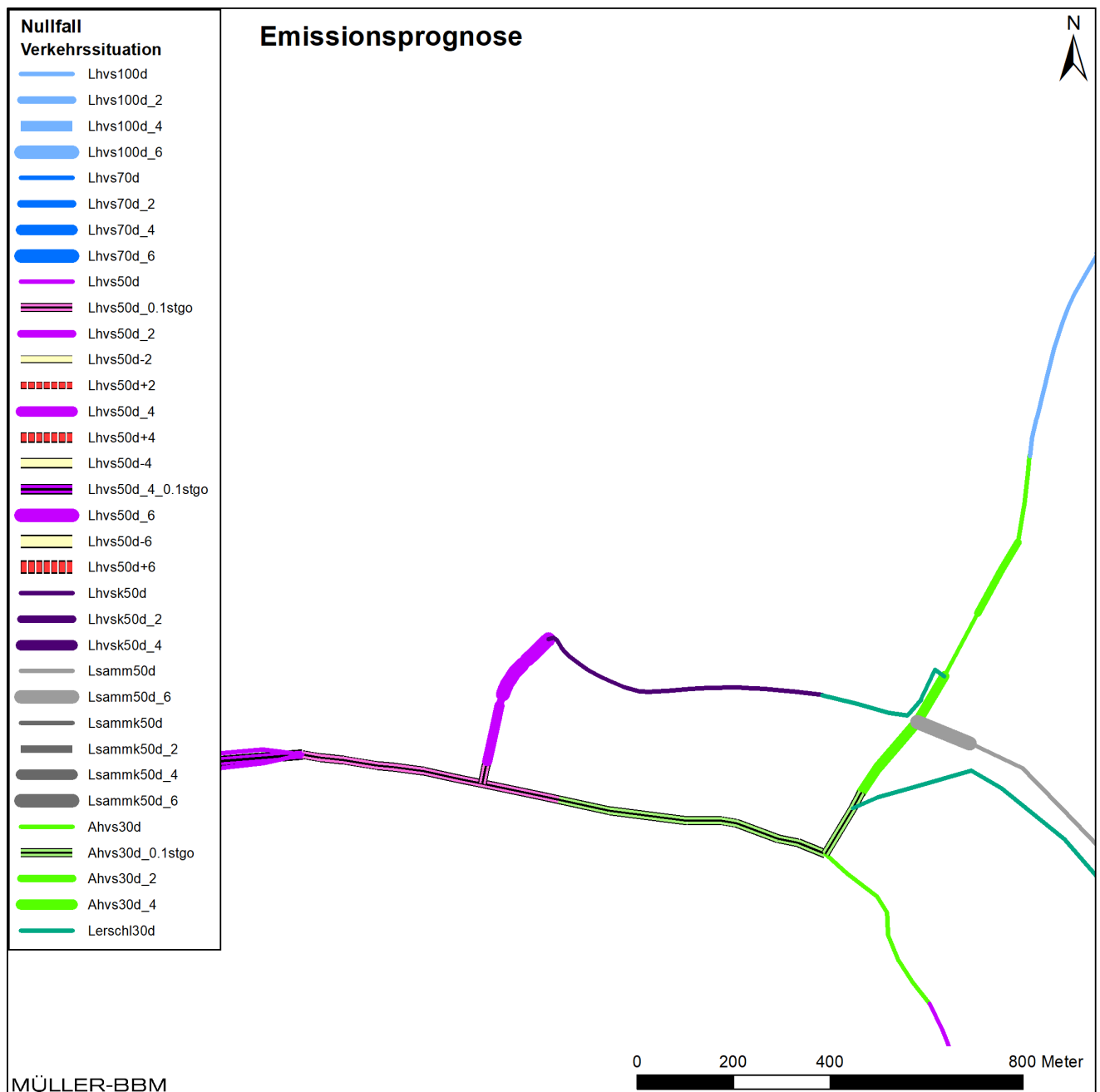


Abbildung 6. Verkehrssituationen Nullfall entsprechend HBEFA [17].

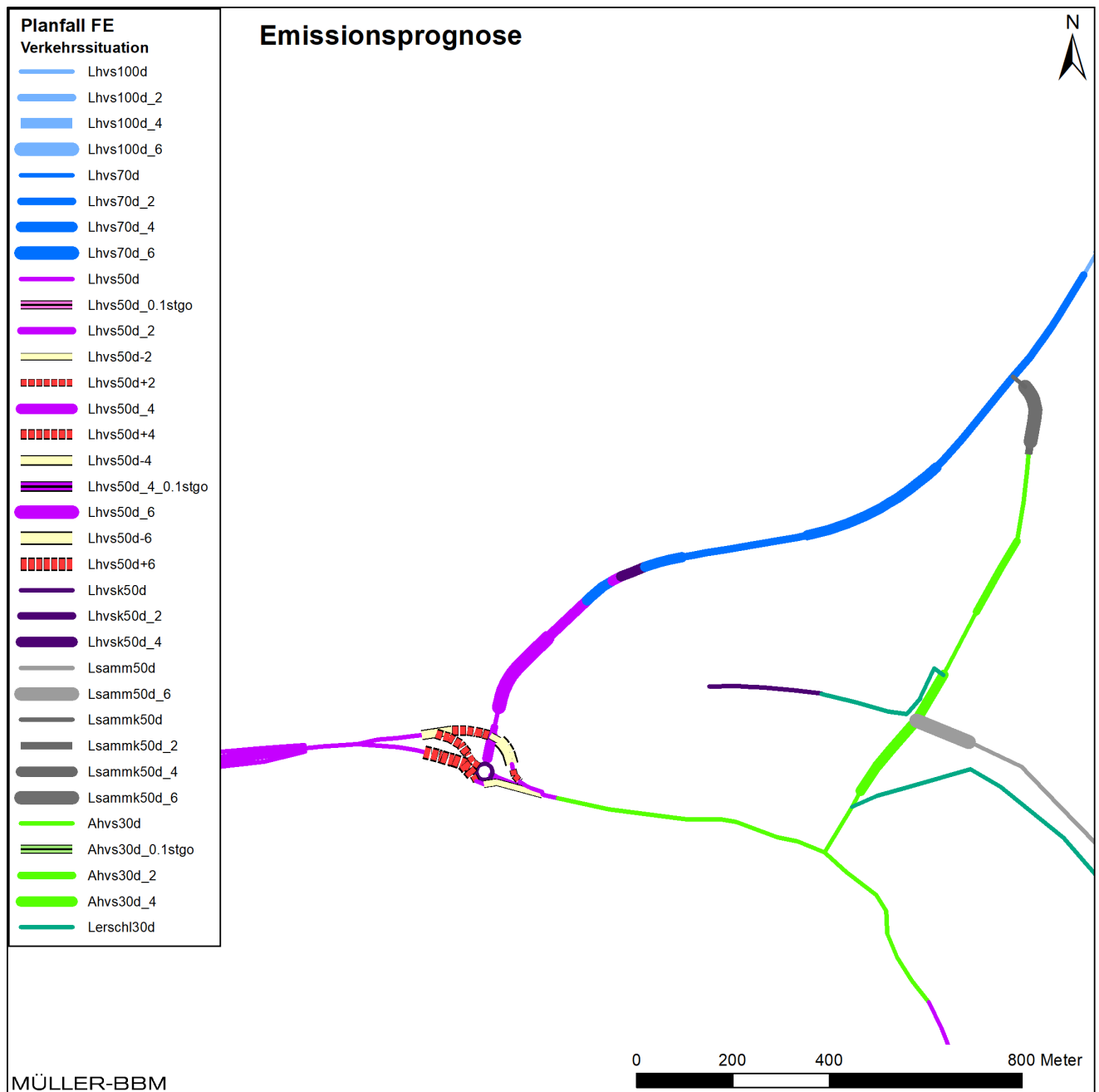


Abbildung 7. Verkehrssituationen Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“ nach HBEFA [17].

Tabelle 2. Emissionsfaktoren Leichtverkehr (LV=Pkw und INfz) und Schwerverkehr SV (SNF und BUS) nach HBEFA 4.1 [15] für ein Fahrzeugflotte im Jahr 2025.

Verkehrssituation	Längs- neigung	NO <sub>x</sub>		NH <sub>3</sub>		PM <sub>2,5</sub>		PM <sub>10</sub>	
		LV	SV	LV	SV	inkl. non-exhaust		inkl. non-exhaust	
						LV	SV	LV	SV
Lhvs100d	0%	180	970	11.5	12.5	13.2	71	32	150
Lhvs100d_2	+/-2%	200	1'280	11.5	12.5	13.3	69	32	140
Lhvs100d_4	+/-4%	250	950	11.5	12.5	13.8	66	32	140
Lhvs100d_6	+/-6%	340	940	11.5	12.5	14.8	68	33	140
Lhvs70d	0%	210	1'360	11.5	12.5	15.6	80	35	370
Lhvs70d_2	+/-2%	220	1'580	11.5	12.5	15.6	79	35	360
Lhvs70d_4	+/-4%	250	1'250	11.5	12.5	15.9	78	35	360
Lhvs70d_6	+/-6%	310	1'110	11.5	12.5	16.6	79	36	360
Lhvs50d	0%	230	1'990	11.4	11.9	18.2	87	36	370
Lhvs50d_2	+/-2%	240	1'800	11.4	11.9	18.2	87	36	370
Lhvs50d_4	+/-4%	270	1'410	11.4	11.9	18.3	87	36	370
Lhvs50d_6	+/-6%	320	1'350	11.4	11.9	18.7	88	36	370
Lhvs50d+2	+2%	300	1'570	11.4	11.9	18.7	95	36	380
Lhvs50d+4	+4%	390	1'680	11.4	11.9	19.2	99	37	380
Lhvs50d+6	+6%	510	1'920	11.4	11.9	20.1	102	37	380
Lhvs50d-2	-2%	180	2'030	11.4	11.9	17.8	80	35	360
Lhvs50d-4	-4%	140	1'150	11.4	11.9	17.5	76	35	360
Lhvs50d-6	-6%	120	780	11.4	11.9	17.2	74	35	360
Lhvs50d	0%	280	3'120	12.2	16.0	18.4	93	36	370
Lhvs50d_2	+/-2%	290	2'720	12.2	16.0	18.5	93	36	370
Lhvs50d_4	+/-4%	320	2'330	12.2	16.0	18.8	92	36	370
Lsamm50d	0%	270	2'140	11.4	11.9	18.5	91	36	370
Lsamm50d_6	+/-6%	340	1'700	11.4	11.9	19.0	91	36	370
Lsammk50d	0%	310	2'810	12.2	16.0	18.7	94	36	380
Lsammk50d_2	+/-2%	320	2'570	12.2	16.0	18.8	94	36	380
Lsammk50d_4	+/-4%	340	2'200	12.2	16.0	19.0	94	36	380
Lsammk50d_6	+/-6%	390	2'000	12.2	16.0	19.3	95	37	380
Lersch130d	0%	300	2'640	12.2	16.0	18.9	97	38	530
Ahvs30d	0%	230	2'930	11.4	11.9	18.5	94	36	380
Ahvs30d_2	+/-2%	240	2'090	11.4	11.9	18.6	94	36	380
Ahvs30d_4	+/-4%	250	1'730	11.4	11.9	18.7	96	36	380
Ahvs30s	0%	380	8'270	12.2	16.0	20.1	126	49	1'260
Ahvs30d_0.05stgo	0%	240	3'200	11.5	12.1	18.6	95	37	420
Lhvs50s_4	+/-4%	380	6'120	12.2	16.0	19.8	119	49	1'250
Lhvs50d_0.05stgo	0%	240	2'200	11.5	12.1	18.2	89	36	410
Lhvs50s_4	+/-4%	380	6'120	12.2	16.0	19.8	119	49	1'250
Lhvs50d 4 0.05stgo	+/-4%	270	1'650	11.5	12.1	18.4	89	36	410

Lhvs100d Ländlich, Hauptverkehrsstraße, Tempo 100, dichter Verkehr, Längsneigung 0%

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

Lsammk50d\_6 Ländlich, Sammelstraße kurvig, Tempo 70, dichter Verkehr, Längsneigung +/-6%

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

Lhvs50d+6 Ländlich, Hauptverkehrsstraße, Tempo 50, dichter Verkehr, Längsneigung +6%

Ahvs30d Agglo, Hauptverkehrsstraße, Tempo 30, dichter Verkehr, Längsneigung 0%

Ahvs30d\_0.05stgo Ahvs30d mit 5 % Stauanteil

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 ermittelten Emissionsdichten sind für die hier betrachteten Untersuchungsfälle in Abbildung 20 und Abbildung 21 im Anhang A dargestellt.

### 4.3 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das LASAT-Rechengebiet für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnung wurde auf  $5.610 \text{ m} \times 4.740 \text{ m}$  festgelegt. Die räumliche Auflösung des Rechengitters in der Horizontalen beträgt  $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ . 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.

Für die Kaltluftsimulationen mit KLAM21 (siehe Abschnitt 4.6) wurde ein wesentlich größeres Rechengebiet von etwa  $13 \text{ km} \times 16 \text{ km}$  festgelegt (vgl. Abbildung 8).

### 4.4 Berücksichtigung von Geländedaten

Die geografische Höhe über Normalhöhennull (NHN) im erweiterten Rechengebiet (Kaltluftsimulationen mit KLAM21, siehe Abschnitt 4.6) variiert zwischen 110 m und 400 m. Die Geländehöhen des Rechengebietes von LASAT liegen zwischen 110 m und 270 m 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 15 m zugrunde gelegt. Die digitalen Geländehöhen des Landesvermessungsamtes wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt [7].

Auf Basis dieser Geländedaten wurde ein digitales Geländemodell (Abbildung 8) erstellt, das bei den Kaltluftsimulationen mit KLAM21 und 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 [5] zu bestimmen. Auf Basis der Geländenutzungsdaten wird in den Ausbreitungsrechnungen die Bodenrauigkeit  $z_0 = 0,5 \text{ m}$  angesetzt. Die Verdrängungshöhe  $d_0$  ergibt sich nach Anhang 3 der TA Luft [14] mit  $d_0 = z_0 \times 6$ .

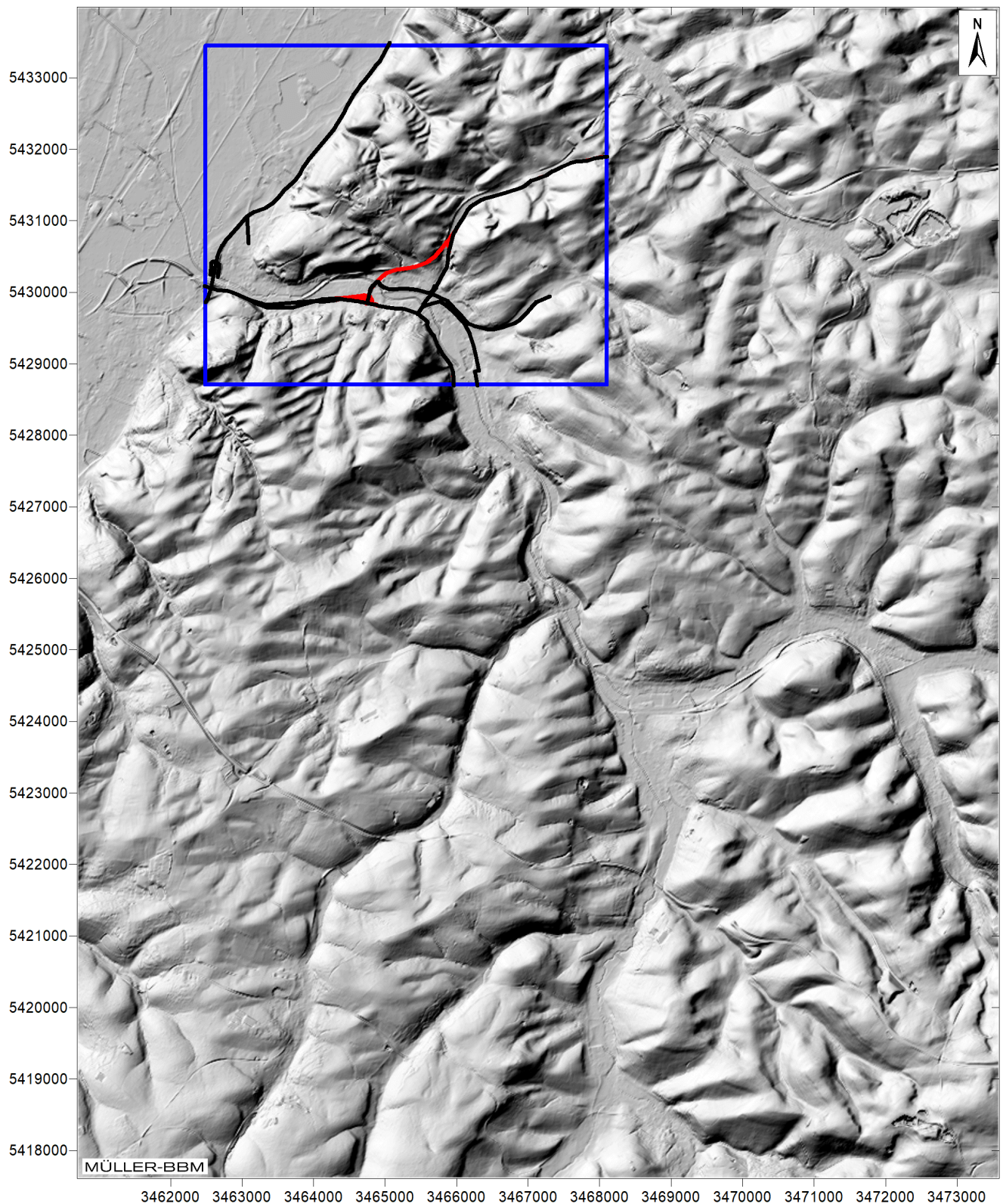


Abbildung 8. Geländere relief im erweiterten KLAM21-Rechengebiet mit Abgrenzungen des LASAT-Rechengebietes (blau) und berücksichtigten Straßenabschnitten (Nullfall schwarz, Planfall rot).

#### 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 meteorologischen Verhältnisse können mit den Daten einer synthetischen Ausbreitungsklassenstatistik aus dem Windrosenatlas des Landes Baden-Württemberg abgebildet werden, die für das Untersuchungsgebiet charakteristisch ist. Im vorliegenden Fall wurde bei den Ausbreitungsrechnungen mit LASAT die synthetische Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) für die Gauß-Krüger-Koordinaten RW 3465000, HW 5431000 (Kuppenlage) als Referenzstatistik angesetzt [21].

Die Topografie (insbesondere das Geländere relief) hat infolge von Umlenkungs- oder Kanalisierungseffekten einen Einfluss auf das örtliche Windfeld und damit auf die Ausbreitungsbedingungen. Das diagnostische Windfeldmodell des eingesetzten Ausbreitungsmodells LASAT [8] berechnet für das gesamte Untersuchungsgebiet die durch Topografie und Landnutzung geprägte örtliche Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung. Die o. g. Referenzstatistik repräsentiert in dieser Vorgehensweise nur die Windverhältnisse für den ausgewiesenen Anemometerstandort, 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.

Abbildung 9 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen für die AKS in Kuppenlage. Es gibt ein deutlich ausgeprägtes Maximum der Winde aus den südwestlichen Richtungen sowie ein breites Sekundärmaximum um Ost. 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 3,0 m/s.

Die vom Partikelmodell LASAT benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen (Windrichtung in Anemometerhöhe, Monin-Obukhov-Länge, Mischungsschichthöhe, Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe) wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 [32] bestimmt.

Entsprechend den Untersuchungen in [16] treten im Untersuchungsgebiet regelmäßig Kaltluftabflüsse von den Hanglagen in die Täler auf. Abbildung 10 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der synthetischen Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) in Tallage für die Koordinaten RW 3465000, HW 5430000. In den beiden o. g. synthetischen Ausbreitungsklassenstatistiken sind die Kaltluftabflüsse in den Stabilitätsklassen I + II mit unterschiedlichen Häufigkeiten abgebildet.

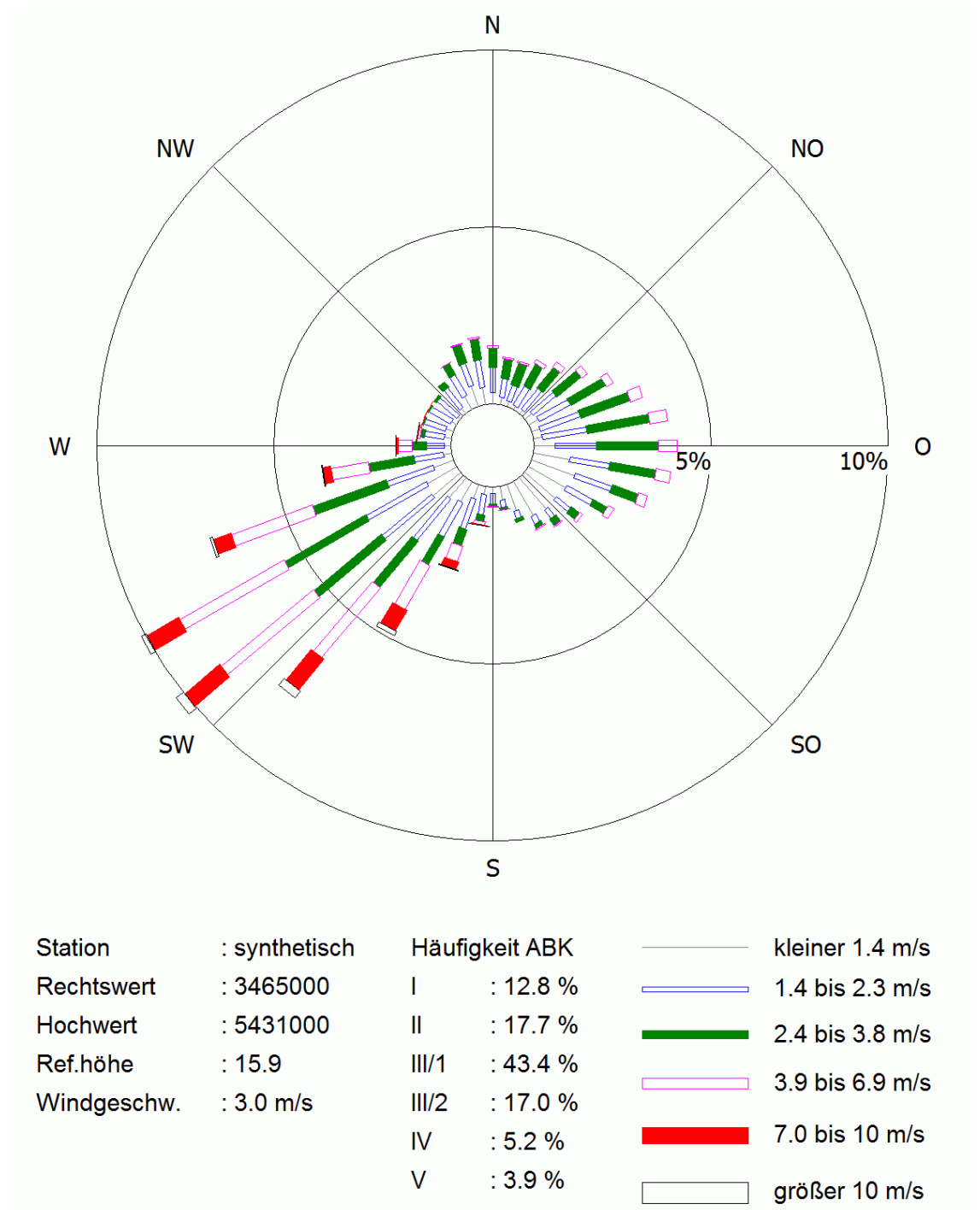


Abbildung 9. AKS Kuppenlage - Häufigkeitsverteilungen von Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen [21].



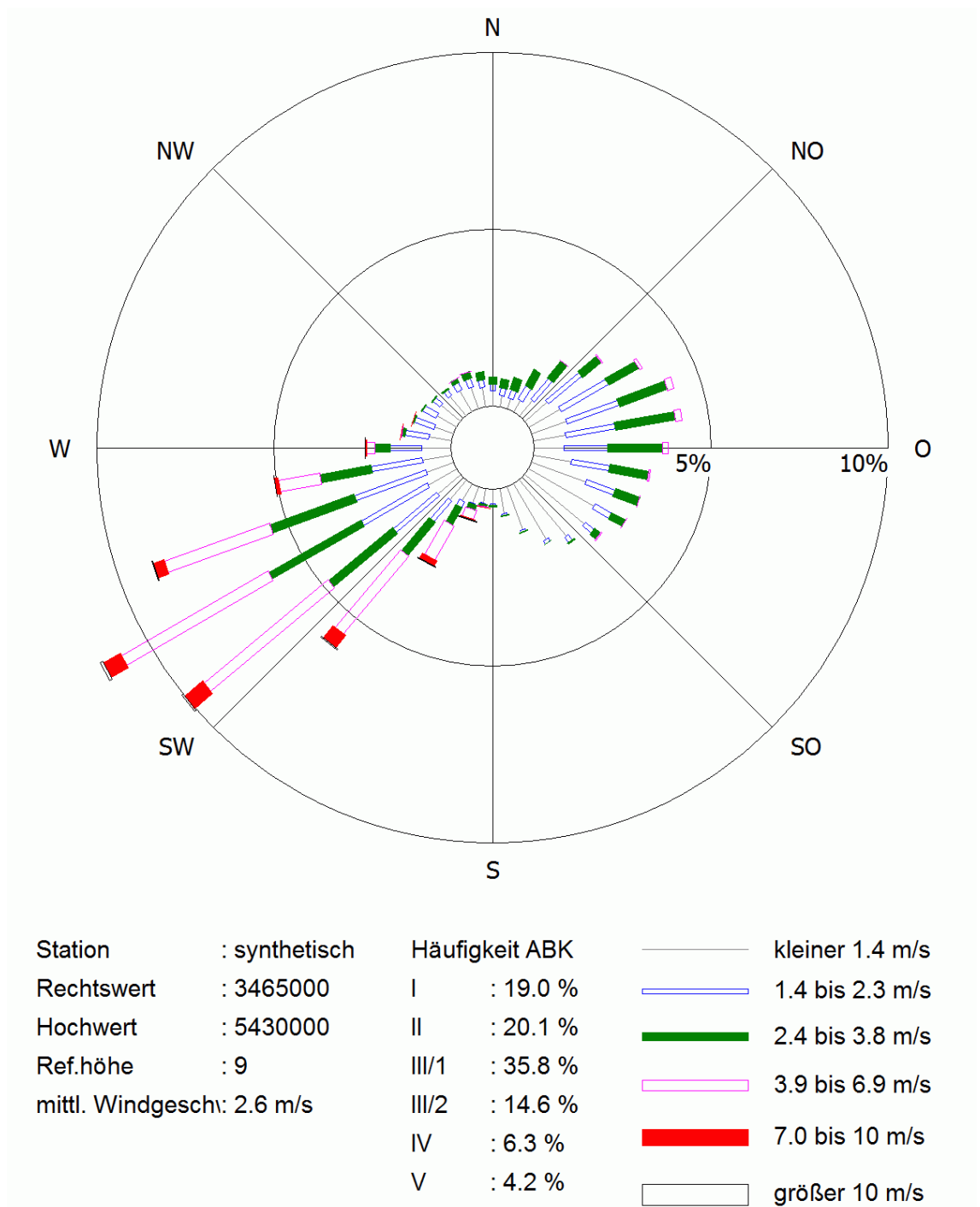


Abbildung 10. AKS Tallage - Häufigkeitsverteilungen von Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen [21].

Die Einflüsse der Kaltluftabflüsse auf die Ausbreitung von Schadstoffen wurden bei den Immissionsprognosen mit LASAT durch die Verwendung der mit KLAM\_21 berechneten Kaltluftströmungen (Abschnitt 4.6) und der AKS für die Kuppenlage (Abbildung 9) berücksichtigt. Bei den Immissionsprognosen für die Ortsdurchfahrt mit PROKAS wurde die AKS für die Tallage (Abbildung 10) angesetzt.

#### 4.6 Simulation der Kaltluftströmung

In gegliedertem Gelände kann die Ausbreitung von Schadstoffen durch Kaltluftabflüsse modifiziert werden. Die sich in den Abend- und Nachtstunden am Boden bildende Kaltluft weist gegenüber den umgebenden Luftmassen eine höhere Dichte auf. Dementsprechend setzen sich die Kaltluftmassen auf geneigten Flächen dem Gefälle folgend in Bewegung. Zur Ermittlung der Immissionssituation sind die im Untersuchungsgebiet auftretenden Kaltluftströme in den Ausbreitungsrechnungen zu berücksichtigen.

Für die Berechnung der Kaltluftabflüsse wird das Simulationsmodell KLAM\_21 [10] des Deutschen Wetterdienstes (DWD) eingesetzt. KLAM\_21 berücksichtigt die Geländestruktur, die Oberflächenbeschaffenheit und kleinräumige Strömungshindernisse, wie z. B. Dämme, Wälle, Mauern oder Gebäude. KLAM 21 simuliert die zeitliche Entwicklung der Kaltluftentstehung und liefert quantitative Aussagen zur Strömungsgeschwindigkeit und zur Kaltluftschichtdicke.

Auf Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Geländehöhen (Abbildung 8, Abschnitt 4.4) und Landnutzungen [7] wurde ein digitales Geländemodell mit Landnutzung erstellt. Damit wurden Simulationsrechnungen mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM\_21 durchgeführt. Das KLAM\_21-Rechengebiet umfasst ein Gebiet von etwa 13 km × 16 km, in dem das LASAT-Rechengebiet enthalten ist.

In Abbildung 11 sind die ermittelten Kaltluftströmungen und Kaltluftschichtdicken bei ausgeprägter Kaltluftsituation für das gesamte KLAM\_21-Modellgebiet zu sehen. Dargestellt ist die über die örtliche Kaltluftschichthöhe gemittelte Strömungsgeschwindigkeit. Abbildung 12 zeigt die entsprechende Darstellung für den Ausschnitt des LASAT-Rechengebietes. Die ermittelten Kaltluftströmungen bilden die nach [16] zu erwartenden Verhältnisse ab. Das Pfinztal fungiert als Kaltluftsammelgebiet für ein großes Einzugsgebiet, das von den seitlichen Hanglagen gespeist wird. Die hellblaue Farbe im Pfinztal zeigt an, dass Kaltluftschichtdicken von mehr als 60 m vorliegen.

Diese Ergebnisse der Kaltluftsimulationen fließen in die Ausbreitungsrechnungen mit LASAT ein. Dabei wurden die nächtlichen Kaltluftsituationen in der Ausbreitungs-klassenstatistik mit den geringen Windgeschwindigkeiten in den Ausbreitungsklassen I (sehr stabil) und II (stabil) entsprechend Anhang 3 der TA Luft [14] identifiziert.

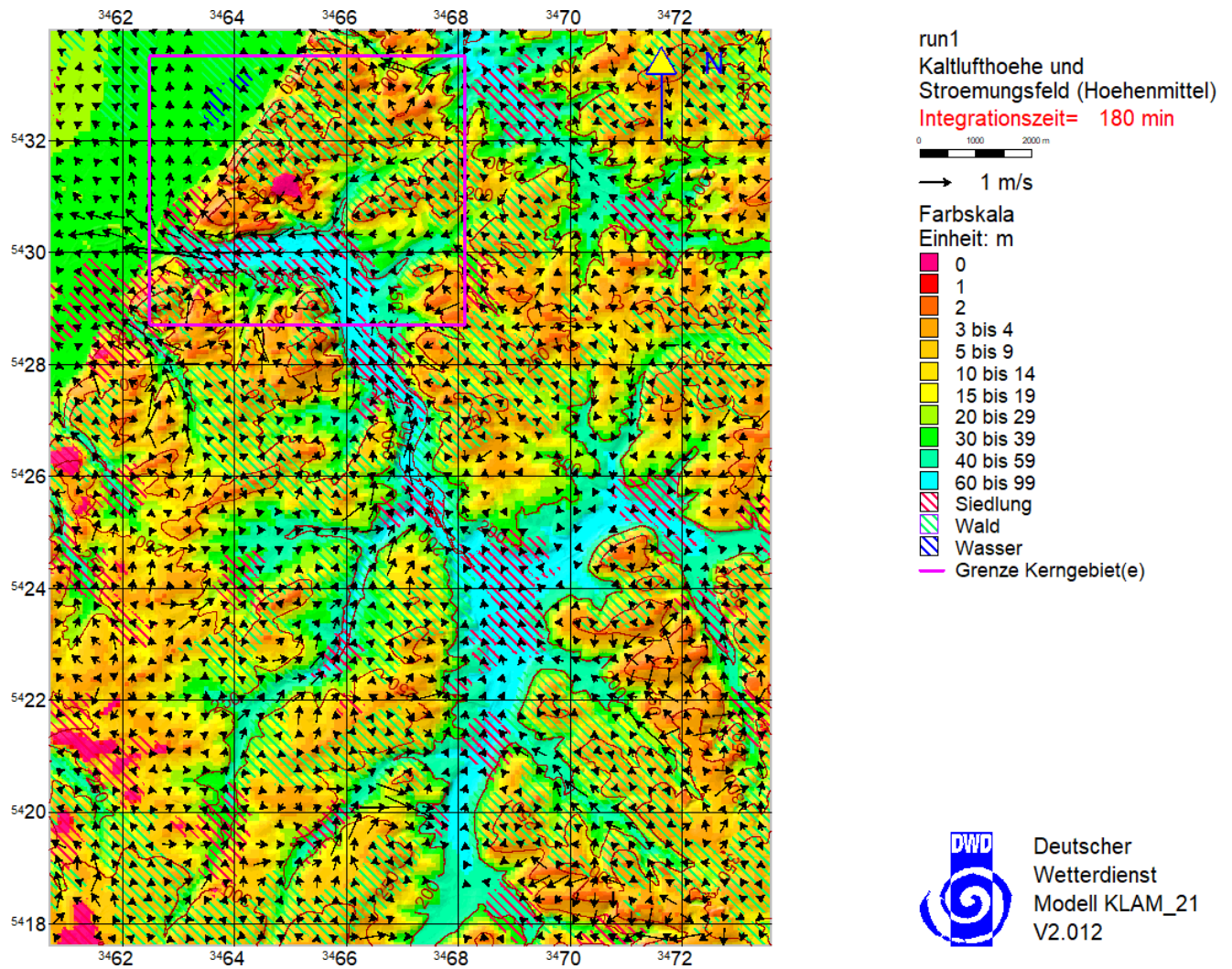


Abbildung 11. Kaltluftströmungsfeld und Kaltluftschichtdicken bei ausgeprägter Kaltluft-situation, der innere Ausschnitt des LASAT-Rechengebietes ist markiert.

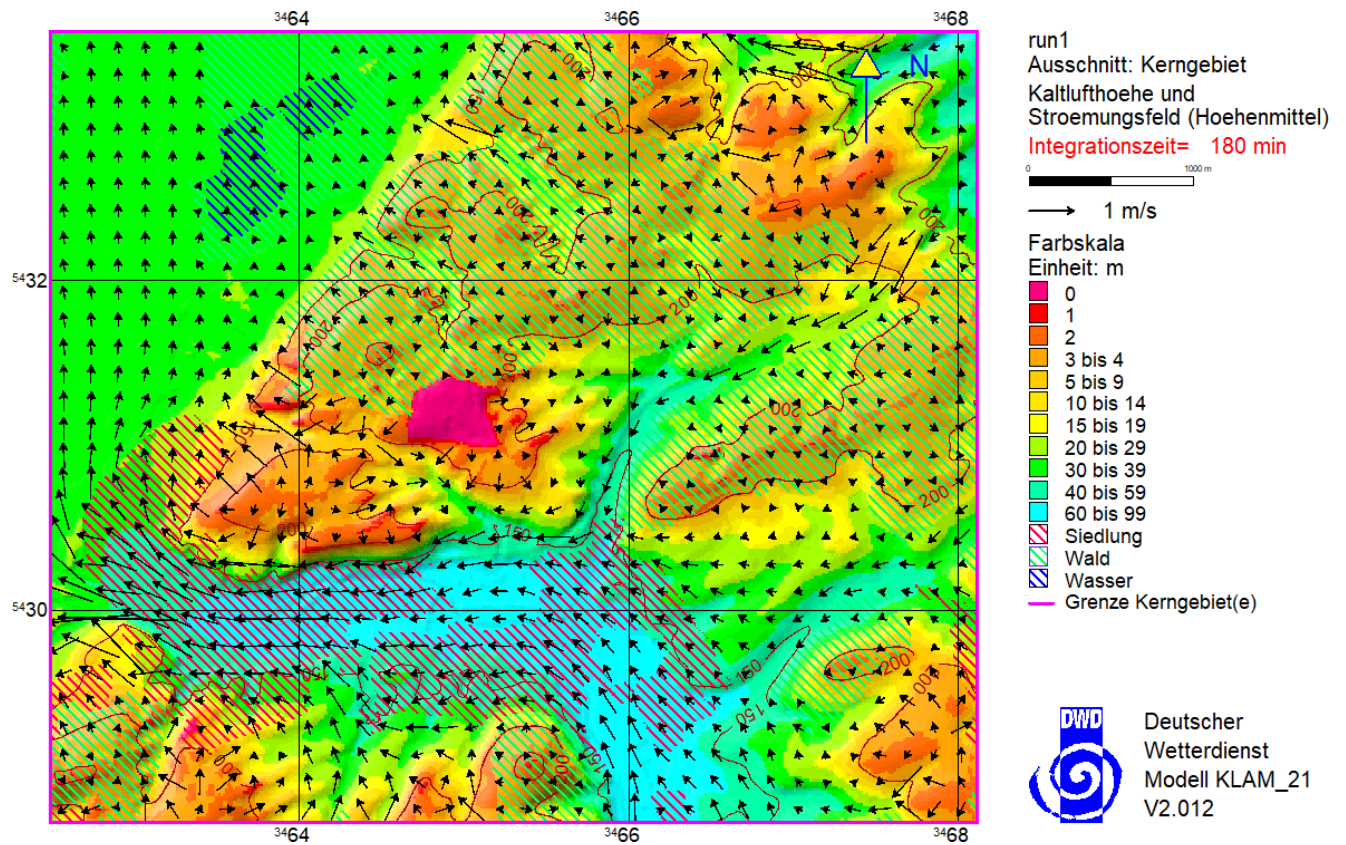


Abbildung 12. Kaltluftströmungsfeld und Kaltluftschichtdicken bei ausgeprägter Kaltluft-situation, Ausschnitt LASAT-Rechengebiet.



## 4.7 Hintergrundbelastung

### 4.7.1 Luftschadstoffkonzentrationen

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 in Pfinztal-Berghausen vor [11], die im Rahmen der sogenannten Spotmessungen an stark verkehrsbelasteten Straßen in Baden-Württemberg durchgeführt wurden.

Die NO<sub>2</sub>-Messwerte im Jahr 2008 in der Karlsruher Straße (57 µg/m<sup>3</sup> bis 79 µg/m<sup>3</sup>) belegen die deutliche Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert [12]. Die Spotmessungen der LUBW aus dem Jahr 2015 am Referenzpunkt in der Karlsruher Straße weisen mit einem NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> erstmalig keine Überschreitung des Grenzwertes mehr aus [13]. Die Messstation wurde dann in das Luftmessnetz von Baden-Württemberg zur Langzeitüberwachung von Luftschadstoffen als Verkehrsmessstation aufgenommen. Die Messungen der letzten Jahre zeigen einen abnehmenden Trend der Jahresmittelwerte [20]. Die Jahreskenngrößen für diese Messstation sind zusammen mit der vom Betreiber angegebenen Klassifizierung der Station in der Tabelle 3 aufgeführt.

Bei den o. a. Messungen wird auch die durch den Straßenverkehr verursachte Luftschadstoffbelastung erfasst. In der lufthygienischen Untersuchung zur UVS [2] wurden für die Bestandssituation die Immissionen an den Messpunkten der LUBW berechnet, um die anzusetzende lokale Hintergrundbelastung durch Vergleich mit den Schadstoffmessungen in Berghausen zu kalibrieren. Durch Ausbreitungsrechnungen unter Zugrundelegung der Verkehrsbelastungen in der Analyse (Bezugsjahr 2008) wurden die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an den Messpunkten ermittelt. Damit konnten die Messdaten um die berechnete Zusatzbelastung am Standort bereinigt werden. Die so um den Verkehrseinfluss bereinigten Werte werden in der vorliegenden Untersuchung als die lokale Hintergrundbelastung angesetzt:

- 20 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub>
- 13 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub>
- 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>

Dabei wurde im Sinne einer konservativen Betrachtung keine Reduktion für das Prognosejahr 2025 berücksichtigt.

Tabelle 3. Messdaten (Jahreskenngößen) der Messstation Pfinztal Karlsruher Straße [20].

Station	Jahr	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>2,5</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> -TM>50 [ - ]	Stations- klassifizierung
Pfinztal Karlsruher Straße	2007	58	--	29	24	vorstädtisch, Verkehr
	2008	57	--	27	14	
	2009	55	--	29	29	
	2010	52	--	29	35	
	2011	52	19	26	24	
	2012	47	16	22	9	
	2013	46	17	23	13	
	2014	43	14	20	9	
	2015	40	14	20	4	
	2016	38	13	18	1	
	2017	36	13	18	11	
	2018	35	13	18	4	
	2019	34	12	17	2	

#### 4.7.2 Stickstoffbelastung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes vom Umweltbundesamt über Einträge von Luftschadstoffen [23] [27] wurden u. a. Vorbelastungsdaten der Stickstoffdeposition (im Raster von 1 × 1 km<sup>2</sup>) ermittelt, die unter <http://gis.uba.de/website/depo1/> abgerufen werden können. Die genannten Werte werden dort unter dem Titel „Hintergrundbelastungsdaten Stickstoff, Bezugszeitraum: Dreijahresmittelwert der Jahre 2013-2015“ angegeben.

Der Kartendienst des Umweltbundesamtes weist für das Untersuchungsgebiet für die hier relevanten Landnutzungsklassen folgende Werte für die Stickstoff-Hintergrunddeposition aus:

Demnach betragen die derzeitigen Stickstoffeinträge im Untersuchungsgebiet für die hier relevanten Landnutzungsklassen

- Ackerland                      10 kg N/(ha×a)
- Wiesen/Weiden              9 kg N/(ha×a)
- Mischwald                    13 kg N/(ha×a).

In den Erläuterungen des Umweltbundesamtes zum Kartendienst wird in einer Fußnote folgender Hinweis gegeben: „*Ergänzend hat die Überprüfung der Daten im Land Baden-Württemberg (BW) ergeben, dass für eine Anwendung im Vollzug BW-spezifische Korrekturfaktoren zur Anwendung kommen, welche die nationalen Berechnungen erhöhen.*“

Die LUBW veröffentlicht in ihrem Daten- und Kartendienst [6] die Gesamtdeposition an reaktivem Stickstoff in Baden-Württemberg (in Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr) differenziert nach der Landnutzung. Der Datensatz für die Hintergrunddeposition (Stand 2009) wurde im Auftrag der LUBW von der Universität Stuttgart, Institut für Navigation (INS) erstellt. Datengrundlage ist die vormals vom Umweltbundesamt veröffentlichte nationale Modellierung der Hintergrunddeposition [22] [24] für das Jahr 2009. Darauf aufbauend erfolgte eine Korrektur durch die Walddepositions-messdaten aus Baden-Württemberg [34]. Der Daten- und Kartendienst weist für die im Untersuchungsgebiet vorliegenden Landnutzungsklassen (laut CORINE Land Cover) folgende Werte für die Stickstoff-Hintergrunddeposition aus (Abbildung 13):

- Ackerland  $13 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$
- Wiesen und Weiden  $12 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$
- Mischwald  $19 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ .

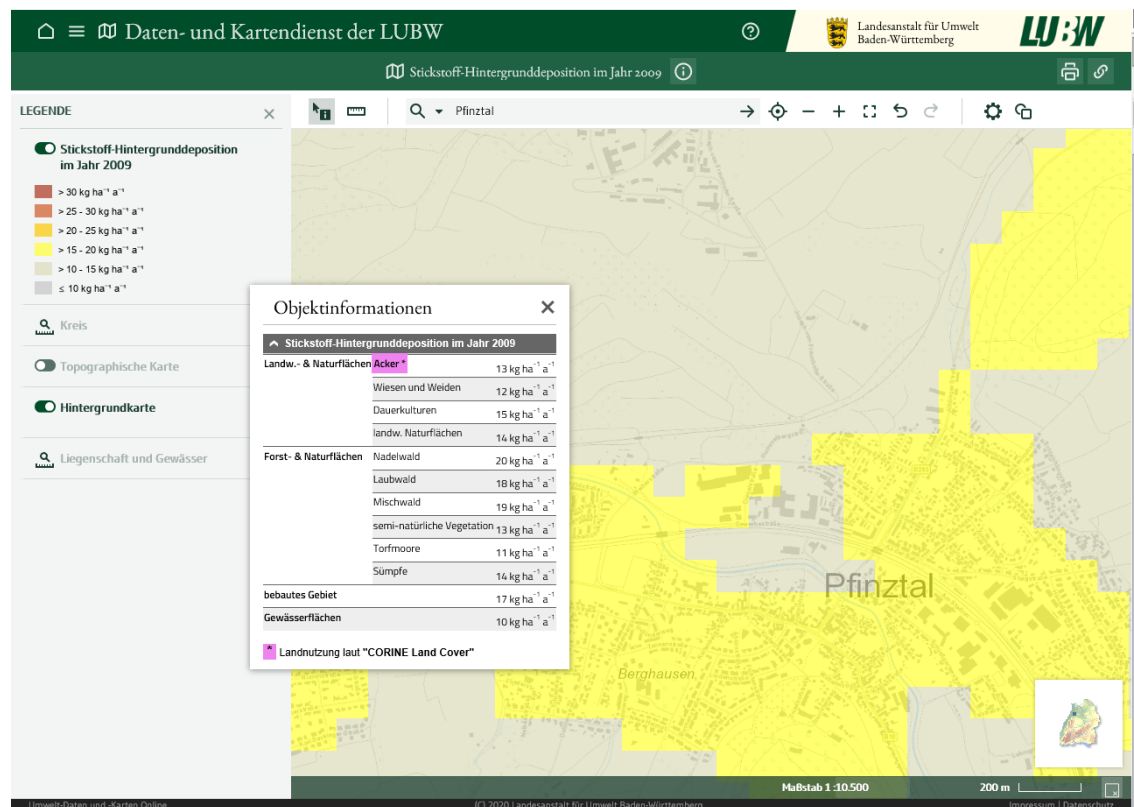


Abbildung 13. Stickstoff-Hintergrunddeposition im Jahr 2009 (LUBW [6], abgerufen am 25.03.2020).

## 5 Ergebnisse der Immissionsprognosen

### 5.1 Allgemeines

Mit dem Ausbreitungsmodell LASAT [8] bzw. PROKAS [28] wurden unter Berücksichtigung der Schadstoffemissionen (Abschnitt 4.2), der Topografie (Abschnitt 4.3) sowie der meteorologischen Daten (Abschnitt 4.5) und der Kaltluftströmungen (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 [35].

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 4.3) sind in den Abbildungen jeweils markiert.

### 5.2 Immissionen in Bezug auf Schutz der menschlichen Gesundheit

#### 5.2.1 Flächenhafte Verteilung der Immissionen

Die ermittelten Feinstaubimmissionen sind für PM<sub>10</sub> in Anhang B und für PM<sub>2,5</sub> in Anhang C dargestellt.

Die Feinstaubimmissionen PM<sub>10</sub> (Abbildung 22 und Abbildung 23) sind an der B 10 im Osten des Untersuchungsgebietes (Portalbereich des Tunnel Grötzingen) und in der Ortsdurchfahrt Berghausen gegenüber der Hintergrundbelastung etwas erhöht. Auch an den höchstbelasteten straßennahen Gebäudefassaden sind die PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte deutlich geringer als der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup>.

Die nach 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den Tagesgrenzwert von PM<sub>10</sub> werden an den beurteilungsrelevanten Bereichen entsprechend der in Abschnitt 3.2 genannten Korrelation deutlich unterschritten. Bei prognostizierten Gesamtbelastungen an den Gebäudefassaden von weniger als 28 µg/m<sup>3</sup> ist nicht mit einer Überschreitung der zulässigen Anzahl von 35 Tagen mit Tagesmittelwerten größer 50 µg/m<sup>3</sup> zu rechnen [9] [19] [29]. In der Prognose Planfall FE sind die PM<sub>10</sub>-Immissionen in der heutigen Ortsdurchfahrt geringer als in der Prognose Nullfall aufgrund der Verlagerung auf die neue Trasse.

Die Feinstaubimmissionen PM<sub>2,5</sub> (Abbildung 24 und Abbildung 25) sind ebenfalls nur an der B 10 im Osten des Untersuchungsgebietes (Portalbereich des Tunnel Grötzingen) und in der Ortsdurchfahrt Berghausen geringfügig gegenüber der Hintergrundbelastung erhöht. Auch an den höchstbelasteten straßennahen Gebäudefassaden sind die PM<sub>2,5</sub>-Immissionen deutlich geringer als der Immissionsgrenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup>. Die Verlagerung der Belastung im Planfall auf die neue Trasse ist auch bei PM<sub>2,5</sub> zu sehen.

Der Vergleich der Immissionen mit dem jeweiligen Grenzwert zeigt die unterschiedliche Relevanz der Schadstoffkomponenten. Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte stellen in Bezug zum Grenzwert die höchsten Immissionsbelastungen dar, d. h. die ermittelten Immissionskenngrößen der anderen Schadstoffe schöpfen den jeweiligen Grenzwert deutlich weniger aus. Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte sind bezogen auf den Grenzwert auch deutlich höher als die zulässigen Überschreitungen der NO<sub>2</sub>-Stundenmittelwerte. Zur Bewertung der NO<sub>2</sub>-Immissionen werden daher die Belastungen auf Grundlage der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte diskutiert.

Die ermittelten NO<sub>2</sub>-Immissionen in der Prognose Nullfall 2035 (ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025) (Abbildung 14) zeigen längs der heutigen Ortsdurchfahrt Berghausen (Karlsruher Straße, B 10 / B 293) die erwarteten hohen Konzentrationen. Aufgrund der Verkehrszunahme gegenüber heute (siehe Abschnitt 4.1) wurde mit der hier angesetzten konservativen Betrachtung eine Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> ermittelt.

Im Planfall B 293neu (Abbildung 15) wird in der Ortsdurchfahrt durch die Verkehrsverlagerungen auf die B 293neu eine Minderung der NO<sub>2</sub>-Belastungen eintreten. An der heutigen Ortsdurchfahrt Berghausen (Karlsruher Straße, B 10 / B 293) gibt es keine Überschreitung des Grenzwertes. Im Verlauf der geplanten Trasse der B 293neu sind die NO<sub>2</sub>-Immissionen erhöht.



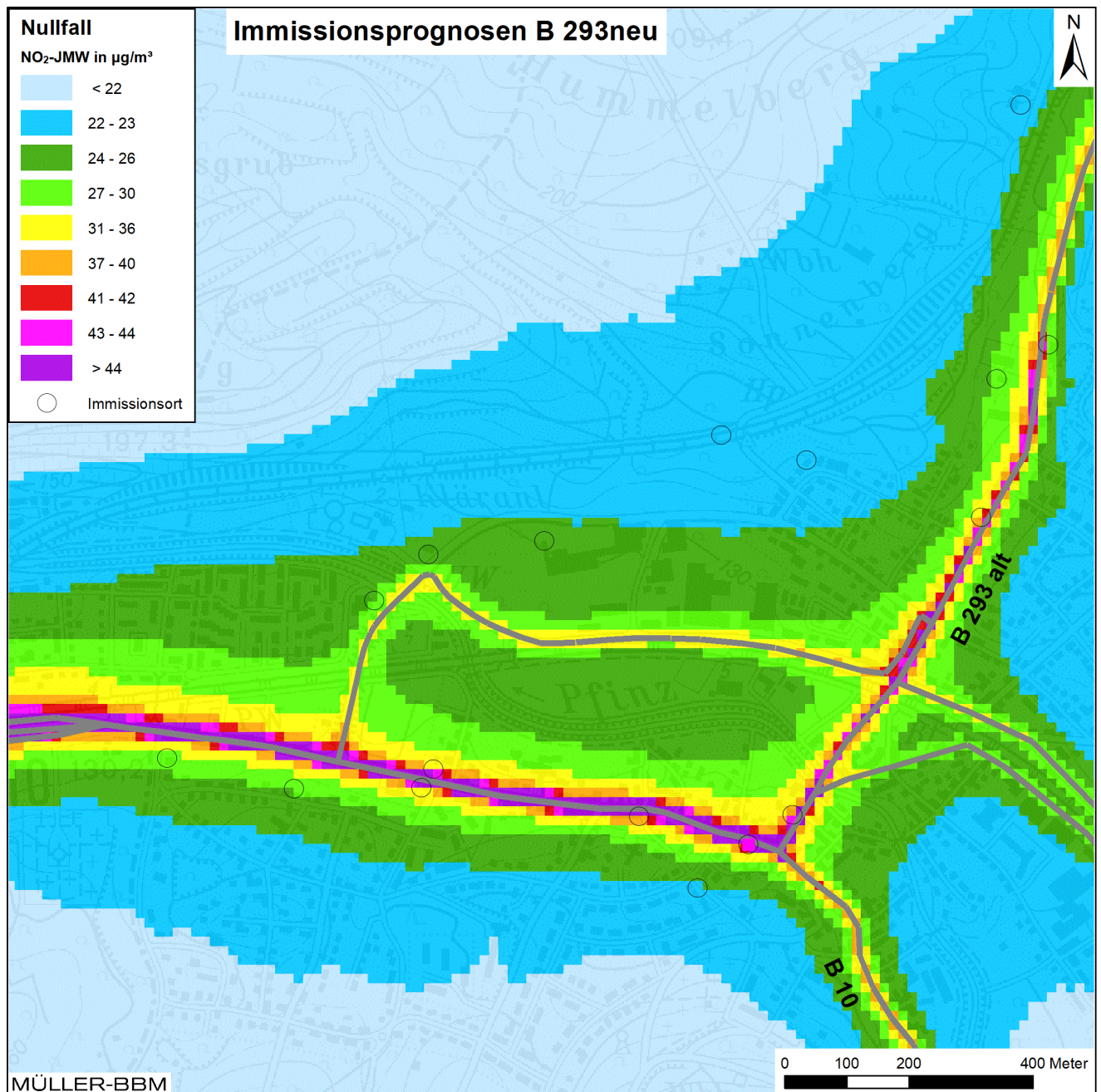


Abbildung 14. NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte) - Prognose Nullfall 2035 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.



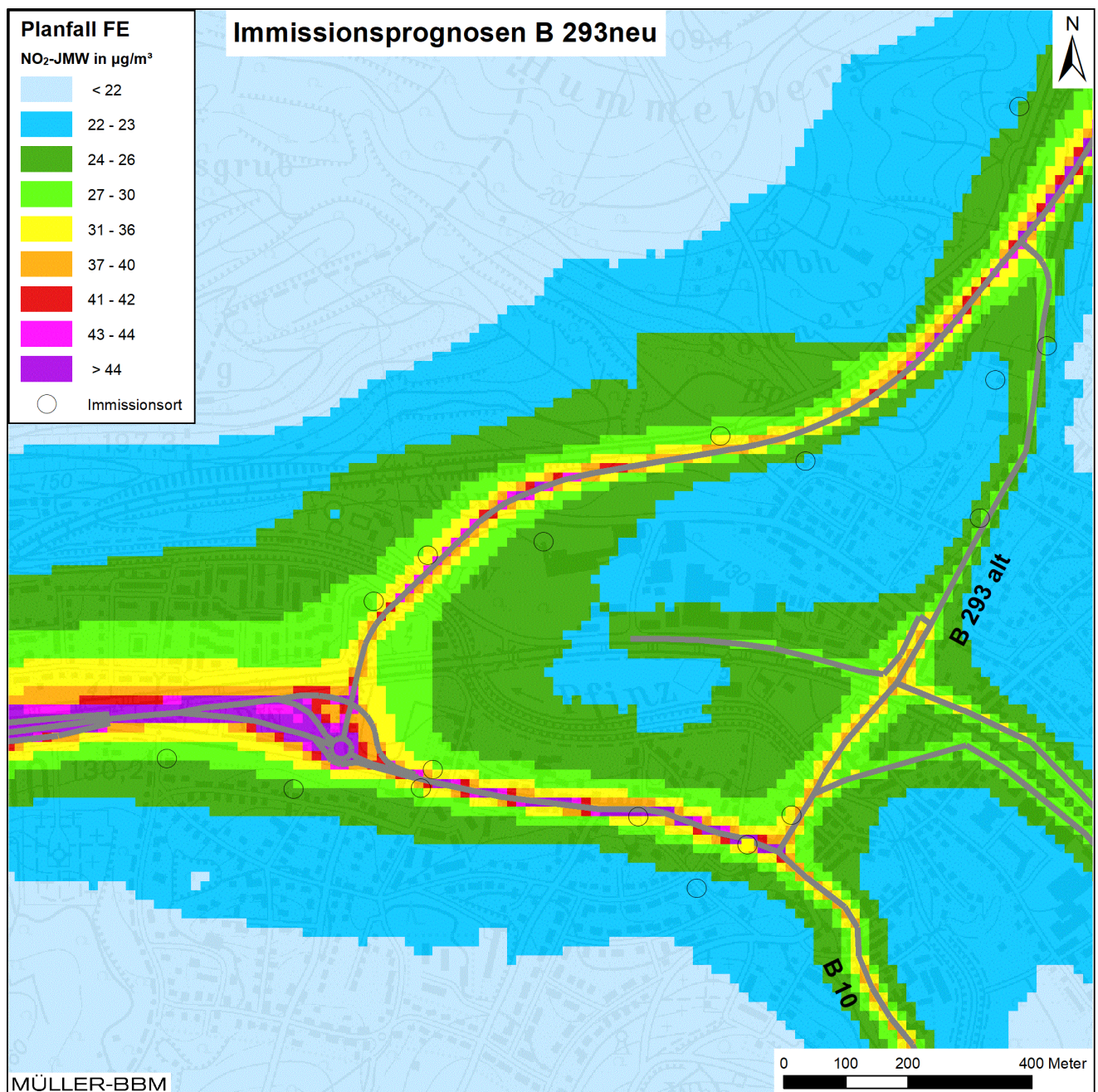


Abbildung 15. NO<sub>2</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte) - Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“  
Prognose 2035 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.



### 5.2.2 Punktuelle Auswertung an Untersuchungspunkten

Neben der flächenhaften Darstellung wurden für ausgewählte Untersuchungspunkte (Immissionsorte) die ermittelten Immissionen punktgenau ermittelt. Die Lage der Immissionsorte wurde entsprechend der Schalltechnischen Untersuchung gewählt. Zusätzlich wurde ein Immissionsort an die heutige und frühere Messstellen der LUBW gelegt. Abbildung 16 zeigt die Lage der ausgewählten Immissionsorte, für die punktgenau die Immissionen berechnet wurden.

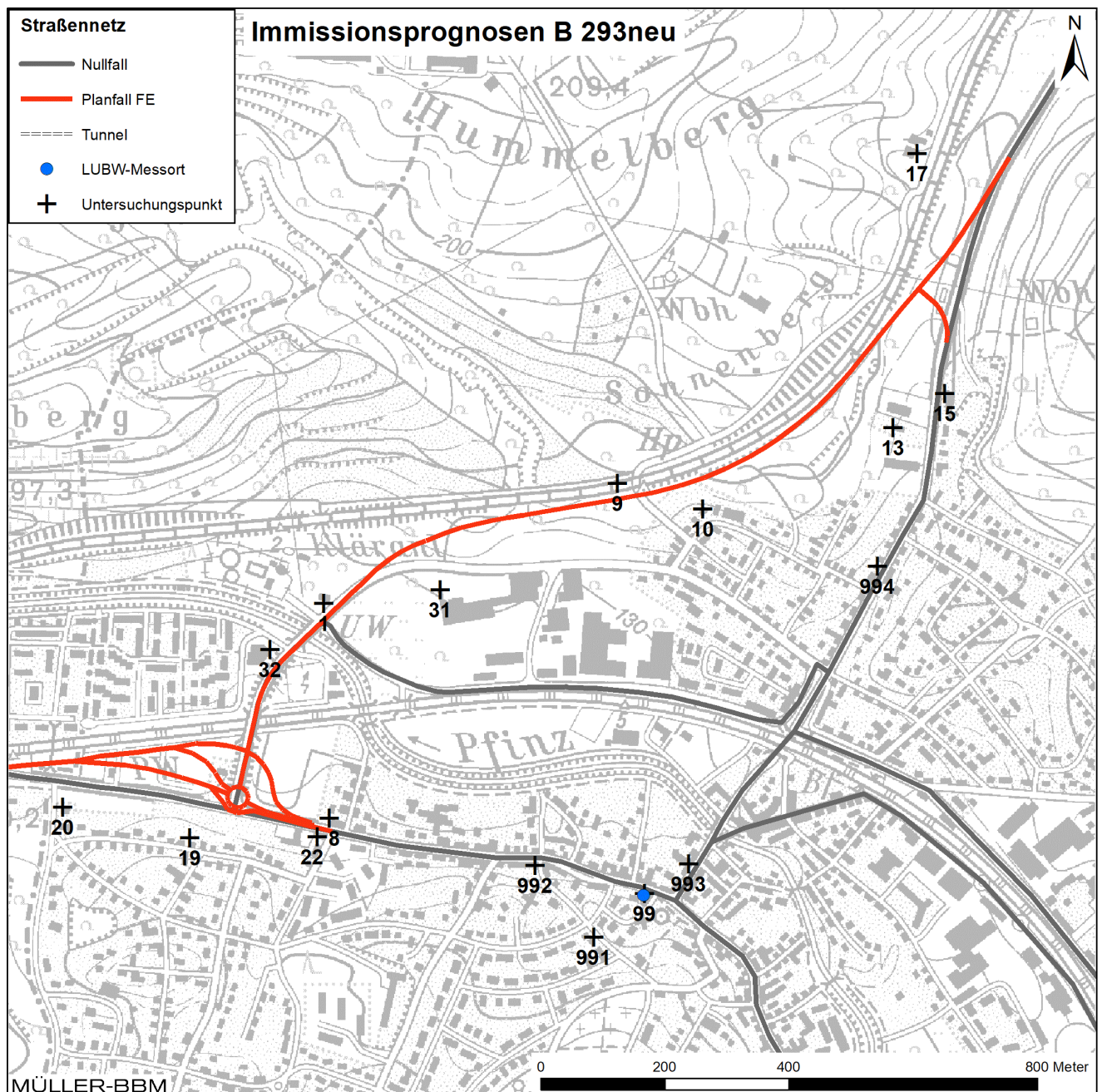


Abbildung 16. Lage der ausgewählten Untersuchungspunkte (Immissionsorte).



Die für die ausgewählten Untersuchungspunkte (Abbildung 16) prognostizierten Gesamtbelastungen sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die an diesen Untersuchungspunkten ermittelten Immissionen stehen für die verkehrsbedingt am höchsten belasteten, beurteilungsrelevanten Bereiche.

Die Feinstaubbelastungen an den ausgewählten Immissionsorten unterschreiten die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte nach der 39. BImSchV. Die ermittelten  $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwerte liegen mit maximal  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich unter dem Grenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Auch die ermittelten  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwerte liegen mit maximal  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich unter dem Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Damit ist an den Fassaden der betrachteten Gebäude davon auszugehen, dass die nach der 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den  $\text{PM}_{10}$ -Tagesmittelwert nicht erreicht werden.

Die Untersuchungspunkte an der Ortsdurchfahrt im Bereich der LUBW-Messstelle Karlsruher Straße (99, 992) weisen in der Prognose Nullfall hohe Belastungen mit Überschreitung des  $\text{NO}_2$ -Grenzwertes von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittelwert an der LUBW-Messstelle auf. An den anderen Untersuchungspunkten liegen die  $\text{NO}_2$ -Immissionen unterhalb des Grenzwertes.

Im Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“ sinken aufgrund der Verkehrsverlagerung die Immissionen in der Ortsdurchfahrt. An der LUBW-Messstelle ist aufgrund der Schadstoffminderung eine Unterschreitung des  $\text{NO}_2$ -Grenzwertes zu erwarten. Es verbleiben jedoch an den Untersuchungspunkten 8, 22, 992, 99 und 993 an der heutigen Ortsdurchfahrt B 10 und am Verkehrsknoten mit der B 293alt noch hohe  $\text{NO}_2$ -Immissionen zwischen  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im weiteren Verlauf der B 293alt Richtung Norden sinken die  $\text{NO}_2$ -Immissionen an den Untersuchungspunkten 994 und 15 deutlich unter  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabelle 4. Immissionen (Jahresmittelwerte und PM<sub>10</sub>-Überschreitungstage) an den ausgewählten Immissionsorten (Abbildung 16).

Untersuchungspunkt		NO <sub>2</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub> -TM>50
		Jahresmittelwerte			Anzahl
		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[ - ]
<b>Prognose Basis-Nullfall</b>					
1	Weiherstr. 32	24	13	18	5
8	Karlsruher Str. 21	35	15	21	8
9	J.-v.-Fraunhofer Weg 05	23	13	17	4
10	H.-Thoma-Str. 26	23	13	17	4
13	Joehlinger Str. 59a	27	14	18	5
15	Joehlinger Str. 78a	28	14	19	6
17	Fl.stck. 931	23	13	17	4
19	Groetzinger Str. 16	27	14	18	5
20	Grenzweg 01	30	14	19	6
22	Rappenbergstr. 02	35	15	21	8
31	Dieselstr. 06 Halle	24	13	18	5
32	Rheinstr. 32-36	26	14	18	5
99	LUBW_Messstelle	43	16	26	19
991	LUBW-HG_Kiefernstr	23	13	18	5
992	FS73	40	15	22	10
993	FS3	38	15	22	10
994	FS676	33	15	21	8
<b>Prognose Planfall FE</b>					
1	Weiherstr. 32	31	14	20	7
8	Karlsruher Str. 21	30	14	19	6
9	J.-v.-Fraunhofer Weg 05	32	15	21	9
10	H.-Thoma-Str. 26	23	13	18	5
13	Joehlinger Str. 59a	23	13	18	5
15	Joehlinger Str. 78a	23	13	18	5
17	Fl.stck. 931	24	13	18	5
19	Groetzinger Str. 16	25	14	18	5
20	Grenzweg 01	27	14	18	5
22	Rappenbergstr. 02	30	14	19	6
31	Dieselstr. 06 Halle	25	14	18	5
32	Rheinstr. 32-36	29	14	19	6
99	LUBW_Messstelle	35	15	22	11
991	LUBW-HG_Kiefernstr	23	13	18	5
992	FS73	33	15	20	7
993	FS3	31	15	20	7
994	FS676	24	14	18	5
<b>Grenzwert</b>		40	25	40	35

Hinsichtlich der Beurteilung der Auswirkungen der Planung sind die zu erwartenden Änderungen der Luftschadstoffbelastung von Bedeutung. In Tabelle 5 sind die an den ausgewählten Immissionsorten für den Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“ gegenüber dem Nullfall ermittelten relativen (bezogen auf den jeweiligen Grenzwert) Änderungen der Immissionen<sup>5</sup> angegeben.

Tabelle 5. Änderungen der Immissionen<sup>5</sup> im Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“ gegenüber der Prognose Nullfall an den ausgewählten Immissionsorten (siehe Abbildung 16).

Untersuchungspunkt		Differenzen Planfall zu Nullfall		
		Jahresmittelwerte		
		NO <sub>2</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
		in % bezogen auf den Grenzwert		
1	Weiherstr. 32	17%	4%	6%
8	Karlsruher Str. 21	-12%	-1%	-3%
9	J.-v.-Fraunhofer Weg 05	24%	6%	9%
10	H.-Thoma-Str. 26	1%	0%	1%
13	Joehlinger Str. 59a	-11%	-2%	-2%
15	Joehlinger Str. 78a	-12%	-2%	-3%
17	Fl.stck. 931	2%	0%	1%
19	Groetzinger Str. 16	-3%	0%	-1%
20	Grenzweg 01	-7%	-1%	-2%
22	Rappenbergstr. 02	-13%	-2%	-4%
31	Dieselstr. 06 Halle	3%	0%	1%
32	Rheinstr. 32-36	6%	2%	3%
99	LUBW_Messstelle	-20%	-3%	-9%
991	LUBW-HG_Kiefernstr	-2%	0%	0%
992	FS73	-17%	-2%	-5%
993	FS3	-16%	-2%	-5%
994	FS676	-22%	-4%	-7%
<b>Grenzwert</b>		40 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>

Aufgrund der oben erläuterten Verlagerung der Schadstoffbelastung sind die Immissionen an den Untersuchungspunkten im Umfeld der Ortsdurchfahrt im Planfall geringer als im Nullfall. Die Minderungen der relevanten NO<sub>2</sub>-Immissionen erreichen bis zu -22 %. Die stärksten Entlastungseffekte erfahren die Untersuchungspunkte an der Ortsdurchfahrt B 293alt (Richtung Norden abzweigend).

Aufgrund des zusätzlichen Verkehrs auf der B 293neu sind die NO<sub>2</sub>-Immissionen an Rheinstraße, Weiherstraße, Dieselstraße, J.-v.-Fraunhofer Weg und Hans-Thoma-

<sup>5</sup> Nach 39. BImSchV sind die Immissionen auf ganze Zahlen zu runden, das bedeutet, dass die Differenzen der in Tabelle 4 angegebenen Immissionswerte von den in Tabelle 5 angegebenen Änderungen abweichen können.

Straße im Planfall grundsätzlich höher als im Nullfall. Die  $\text{NO}_2$ -Immissionen erhöhen sich um bis zu 24 %. An den betroffenen Immissionsorten bleiben die  $\text{NO}_2$ -Immissionen jedoch deutlich unter dem Grenzwert. Die dort durch die Planung B 293neu zu erwartenden zusätzlichen Schadstoffbelastungen erreichen nach den hier vorgestellten Immissionsprognosen keine unzulässig hohen Werte.

Die Änderungen der Feinstaubimmissionen ( $\text{PM}_{2,5}$  und  $\text{PM}_{10}$ ) zeigen ein ähnliches Verhalten, jedoch mit geringeren Effekten.

Insgesamt kann aus den Ergebnissen der durchgeführten Immissionsprognosen abgeleitet werden, dass nach den hier dokumentierten Untersuchungen im Umfeld der geplanten B 293neu die Grenzwerte nach 39. BImSchV eingehalten werden. Für die beurteilungsrelevanten Bereiche (Gebäudefassaden der benachbarten Gebäude) wurden Immissionen ermittelt, die die Grenzwerte der 39. BImSchV deutlich unterschreiten. Die Minderungseffekte in der Ortsdurchfahrt sind aus lufthygienischer Sicht vorteilhaft.

Da die Immissionszusatzbelastung im Planfall Prognose 2035 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.

### 5.3 Stickstoffeintrag in benachbarte FFH-Gebiete

Auf Basis der oben erläuterten Ausbreitungsrechnungen mit LASAT wurden zudem die durch den Verkehr auf den berücksichtigten Straßen bedingten Stickstoffeinträge (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet flächenhaft berechnet.

Die für die Prognosen Nullfall und Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“ ermittelten verkehrsbedingten N-Depositionen zeigen Abbildung 17 und Abbildung 18. Die Stickstoffeinträge aus anderen Quellen (z. B. Landwirtschaft) sind in der Hintergrundbelastung (Abschnitt 4.7) enthalten und werden durch das Vorhaben nicht beeinflusst.

Von den für den Planfall ermittelten N-Depositionen wurden für jede Zelle des Rechengitters die für den Prognose Nullfall ermittelten N-Deposition abgezogen. Diese Differenzen stellen die vorhabenbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeinträgen dar. Sie sind in Abbildung 19 dargestellt. Die im Planfall vom Straßenverkehr verursachten N-Depositionen sind in Teilbereichen höher als in der Prognose Nullfall und in anderen Teilbereichen geringer. Die Ergebnisdarstellung folgt den Vorgaben des Stickstoffleitfadens H PSE [35], insbesondere wird demnach die Differenz zwischen Planfall und Nullfall nur für Werte größer als das zur Beurteilung dienende Abschneidekriterium von  $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$  (Abschnitt 2.2) dargestellt.

Die Zunahmen der N-Depositionen sind in Entfernungen größer als 300 m zur Trasse geringer als das Abschneidekriterium von  $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ . Einige Bereiche der FFH-Gebiete liegen jedoch näher an der Trasse und erfahren planungsbedingt höhere Stickstoffeinträge als  $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ . Insbesondere die Teilfläche vom FFH-Gebiet „Mittlerer Kraichgau“ unmittelbar an der B 293 nördlich von Berghausen ist davon



betroffen. Die planungsbedingten zusätzlichen Stickstoffeinträge liegen in dieser Teilfläche zwischen 0,3 und 2 kg N/(ha×a).

Die Bewertung des zusätzlichen Stickstoffeintrags ist Gegenstand einer separaten FFH-Verträglichkeitsprüfung.

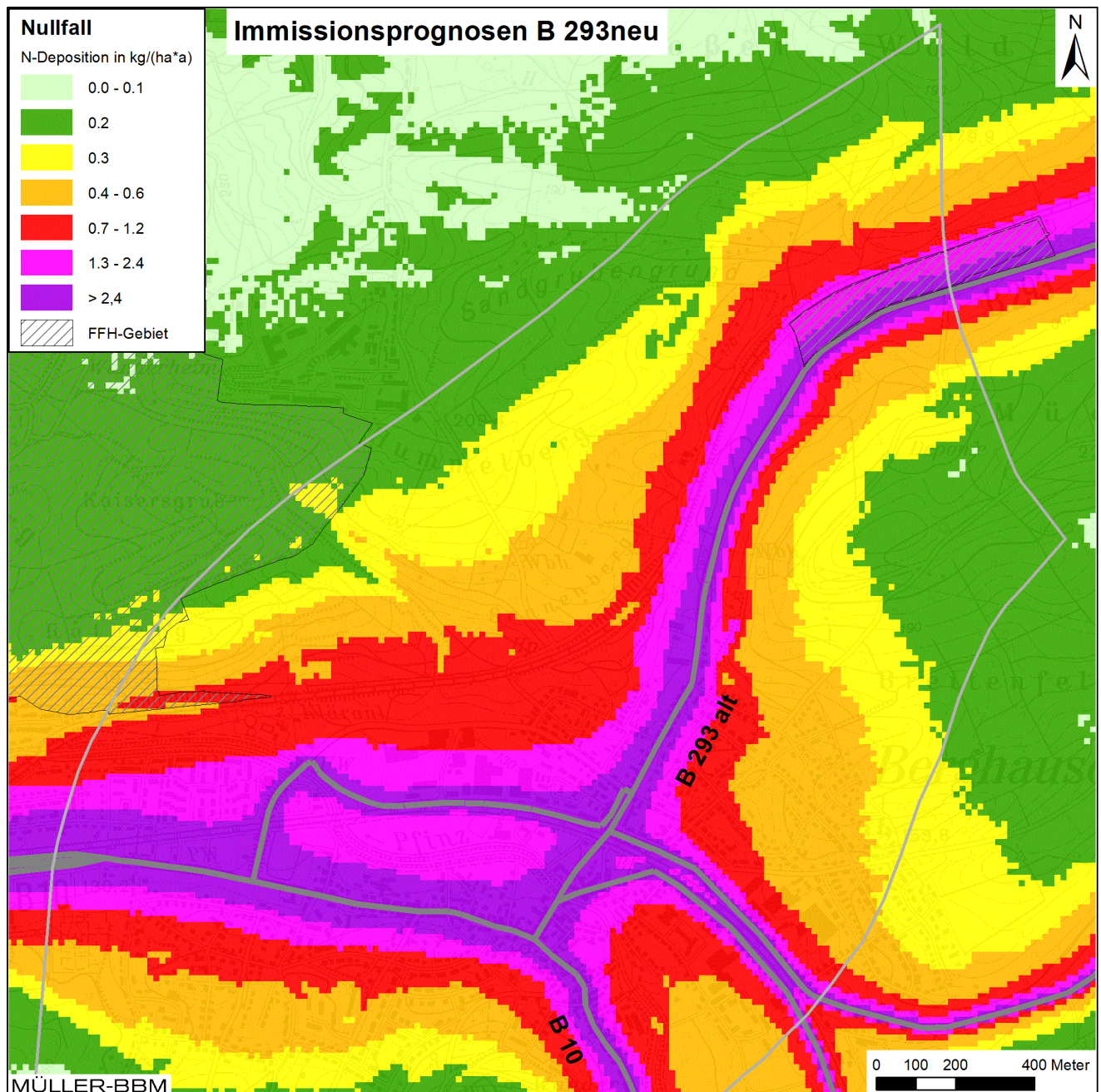


Abbildung 17. Prognose Nullfall 2035 - Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet, verkehrsbedingte Zusatzbelastung berechnet mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.



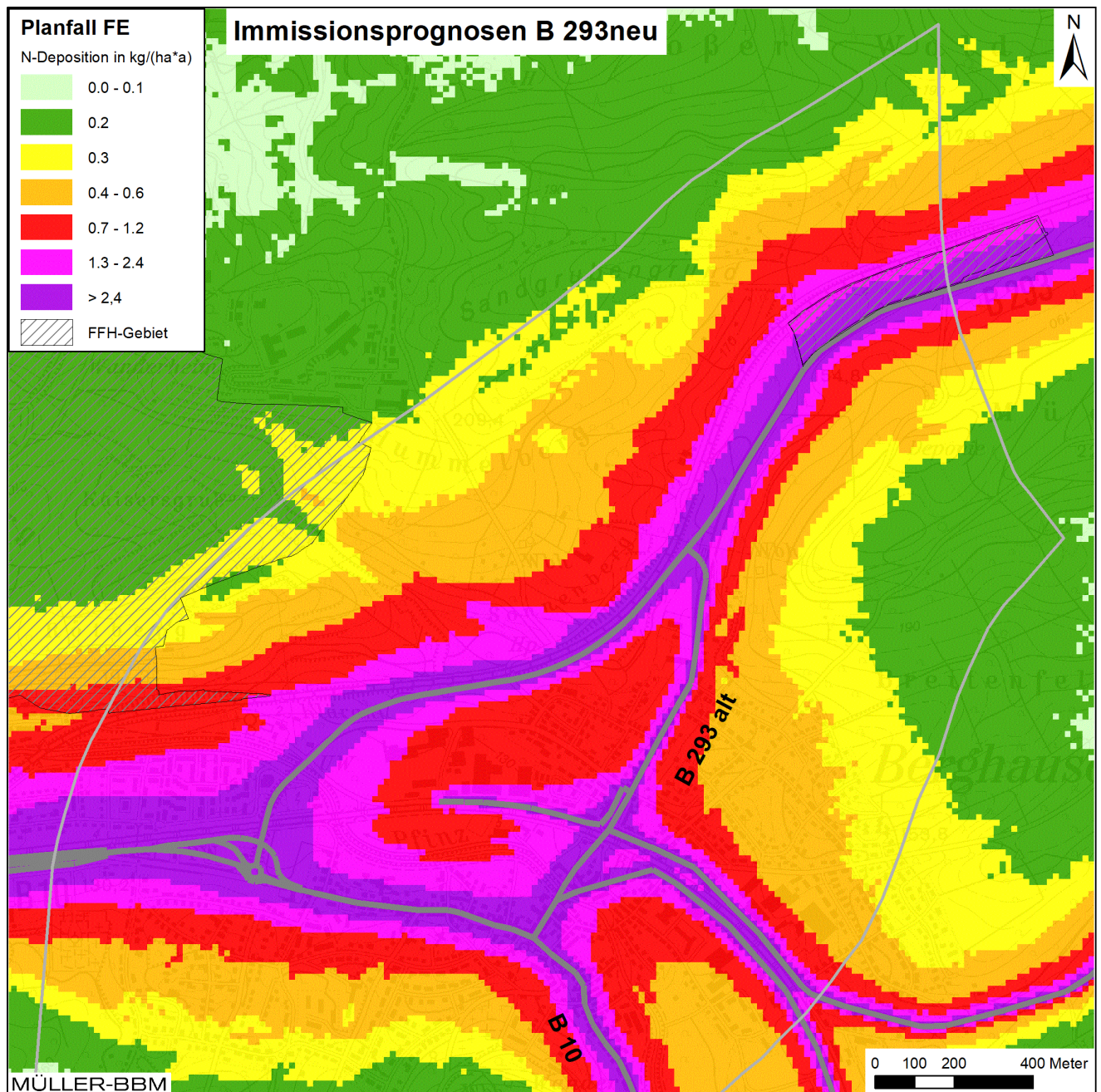


Abbildung 18. Prognose Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“ 2035 - Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet, verkehrsbedingte Zusatzbelastung berechnet im mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.



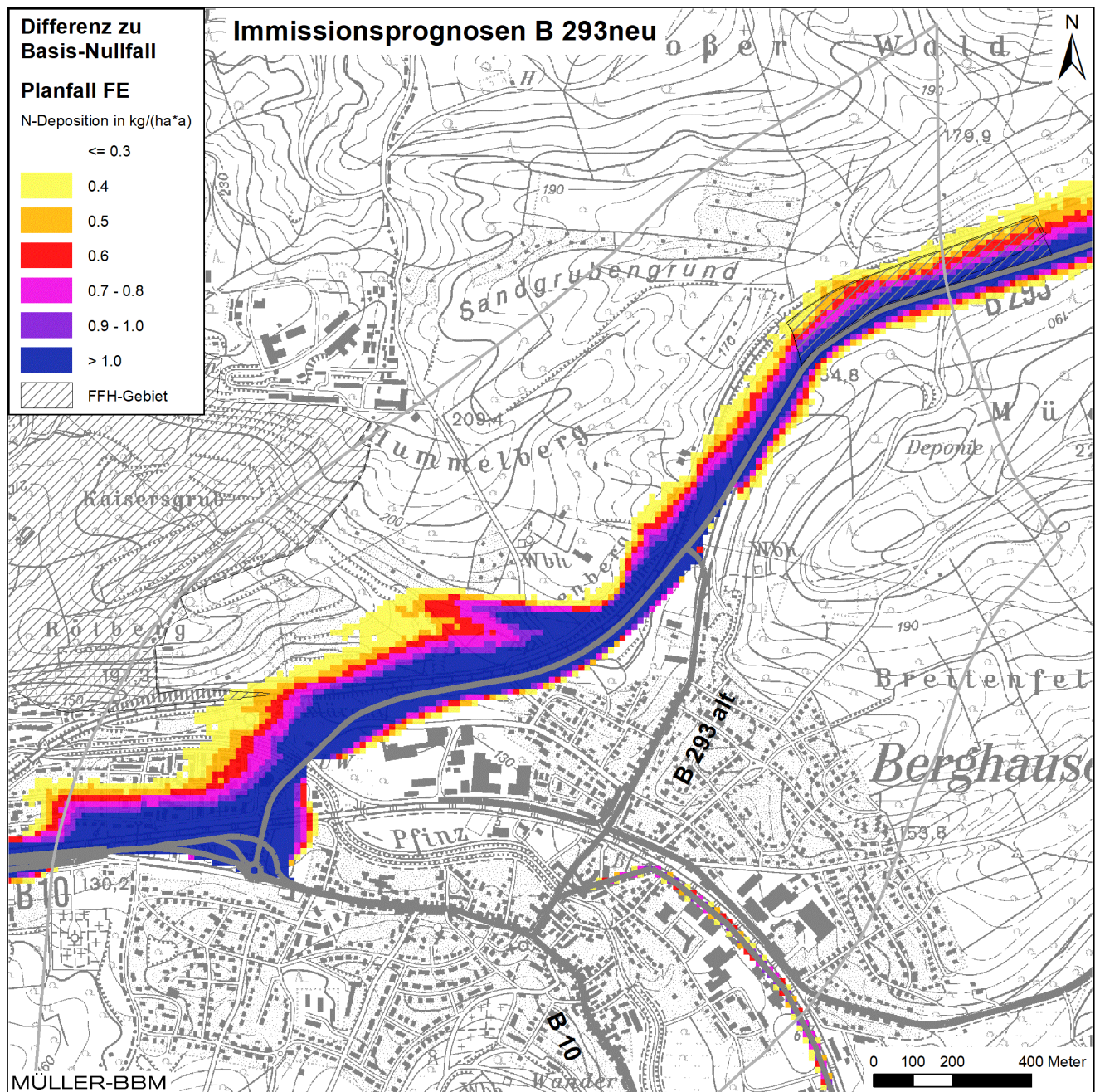


Abbildung 19. Vorhabenbedingte Änderung der Stickstoffeinträge im Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“ gegenüber der Prognose Nullfall.

## 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] B 293 Ortsumfahrung Berghausen, Lufthygienische Untersuchung der Planvarianten als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsstudie, Müller-BBM Bericht Nr. M118476/01, 30.04.2015.
- [3] Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April 2006.
- [4] Balla et al. (2013), Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope, Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 84.0102/2009, Heft 1099, Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn, November 2013.
- [5] CORINE Land Cover 10 ha (CLC10), Daten zur Bodenbedeckung, Landnutzung 2012, Geodaten der deutschen Landesvermessung, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Leipzig, [www.geodatenzentrum.de](http://www.geodatenzentrum.de).
- [6] Daten- und Kartendienst der LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public>.
- [7] Digitales Höhenmodell Baden-Württemberg, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, März 2015.
- [8] Dispersion Model LASAT, Version 3.4.23-64WI17-m4, 2019-05-17, Copyright (c) L. Janicke 1989-2019, <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [9] Düring, I., Bösing, R., Lohmeyer, A.: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen; Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), BASt-Reihe "Verkehrstechnik" Band V 125, 96 S, 2005.
- [10] DWD Kaltluft-Abfluss-Modell KLAM\_21 Version V2.012. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Juni 2013.
- [11] Ergebnisse der Spotmessungen 2004 bis 2020, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.
- [12] Ergebnisse der Spotmessungen 2008, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Dokumentation-Nr. 61-15/2009, August 2009, <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.
- [13] Ergebnisse der Spotmessungen 2015, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Dokumentation-Nr. 33-02/2016, Dezember 2016, <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.

\\S-muc-fs01\allefirmen\MIProj\154\MI154969\MI154969\_01\_Ber\_1D\_1.DOCX:12. 05. 2021

- [14] 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).
- [15] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 4.1, November 2019, INFRAS Bern/Zürich, [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- [16] Hang- und Bergwinde am Rheintalrand bei Karlsruhe. In: Meteorol. Rdsch. 41, S. 104-110. Heldt K. und Höschele K., 1989.
- [17] Lage- und Höhenpläne der Straßenplanung für den Feststellungsentwurf, Emch+Berger GmbH, Karlsruhe, Februar 2020.
- [18] Landesumweltamt Brandenburg: Vollzugshilfe zur Ermittlung der Erheblichkeit von Stoffeinträgen in Natura 2000-Gebiete, Stand: 18. April 2019.
- [19] 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](http://www.lanuv.nrw.de).
- [20] Luftdaten, Messungen der Luftqualität, Mehrjährige Datenreihen, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.
- [21] Meteorologische Daten (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ausbreitungs-klasse) der synthetischen Ausbreitungsklassenstatistik im Koordinatenbereich RW 3465000, HW 5430000 und RW 3465000, HW 5431000. Daten- und Kartendienst der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg, Februar 2015.
- [22] Modellierung und Kartierung atmosphärischer Stoffeinträge und kritischer Belastungsschwellen zur kontinuierlichen Bewertung der ökosystemspezi-fischen Gefährdung der Biodiversität in Deutschland - PINETI (Pollutant INput and EcosysTem Impact), Teilbericht 2 Weiterentwicklung der Modellierung der nassen Deposition im Chemie-Transport-Modell REM-Calgrid. Hrsg.: Umwelt-bundesamt, Texte 61/2014, Dessau-Roßlau, December 2014.
- [23] Modellierung und Kartierung atmosphärischer Stoffeinträge von 2000 bis 2015 zur Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung von Biodiversität in Deutschland, PINETI-III, Vorläufige Fassung für den Kartendienst des Umwelt-bundesamtes zu den Hintergrundbelastungsdaten Stickstoff, Umweltfor-schungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Forschungskennzahl FKZ 3714 64 2010, i. A. des Umwelt-bundesamtes, Juli 2018.
- [24] Modelling and mapping of atmospheric nitrogen and sulphur deposition and critical loads for ecosystem specific assessment of threats to biodiversity in Germany – PINETI (Pollutant INput and EcosysTem Impact) Part 1, Hrsg.: Umweltbundesamt, Texte 60/2014, Dessau-Roßlau, December 2014.
- [25] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissions-schutzgesetzes (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).



- [26] Ortsbesichtigungen am 18. und 19.02.2015 sowie am 14.02.2020 mit Fotodokumentation.
- [27] PINETI-3: Modellierung atmosphärischer Stoffeinträge von 2000 bis 2015 zur Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung von Biodiversität durch Luftschadstoffe in Deutschland, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Forschungskennzahl 3714 64 2010, UBA-FB 002693, Hrsg.: Umweltbundesamt, Texte 79/2018, Juli 2018.
- [28] PROKAS, Ausbreitungsmodell für Kfz-Emissionen, Version 6.8.7; Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, September 2017.
- [29] 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.
- [30] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Entwurf September 2018.
- [31] 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.
- [32] Richtlinie VDI 3783 Blatt 8: Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2017.
- [33] Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- [34] StickstoffBW (2016): Beurteilung der Stickstoffdeposition in Baden-Württemberg - Kurzmitteilung 1/2016 für eine zwischen Bund und Ländern abgestimmte Stickstoffstrategie. Fachdokumentendienst Umweltbeobachtung, ID U10-S7-J16, Karlsruhe, Januar 2016, Bezug: <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/>.
- [35] Stickstoffleitfaden Straße - Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen H PSE, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2019.
- [36] Topografische Karten und Landnutzungsdaten, Regierungspräsidium Karlsruhe, Januar 2015.
- [37] Topographische Karte Baden-Württemberg, Geogrid®-Viewer V6, EADS Deutschland GmbH.
- [38] Verkehrsstärken an ausgewählten Verkehrs- und Spotmessstellen, Auswertung 2014, Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, September 2016.

- [39] Verkehrsmonitoring Baden-Württemberg, Endergebnisse des Verkehrsmonitorings 2018, Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 9 Landesstelle für Straßentechnik, Stuttgart, <https://www.svz-bw.de>.
- [40] Verkehrsdaten aus der Verkehrsuntersuchung B 10 / B 293 Umgehung Berghausen – Jöhlingen, Fortschreibung, Koehler & Leutwein Ingenieurbüro für Verkehrswesen, Karlsruhe, Stand 09/19, übergeben am 11.03.2020.

## **Anhang**

### **A Emissionen des Straßenverkehrs**

\\S-muc-fs01\allefirmen\WIProj\154\M154969\M154969\_01\_Ber\_1D\_1.DOCX:12. 05. 2021

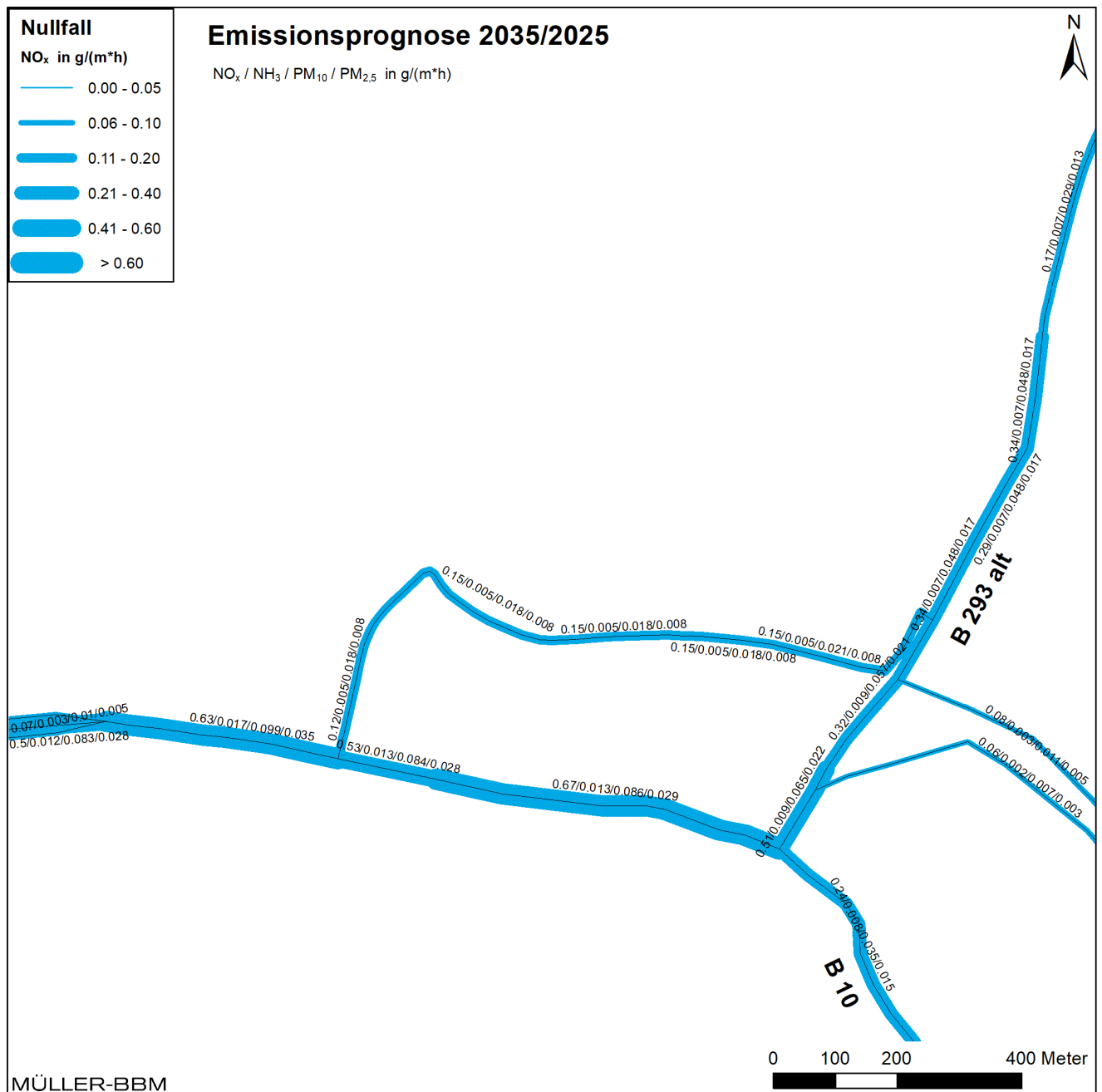


Abbildung 20. Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr  
- Prognose Nullfall 2035 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.



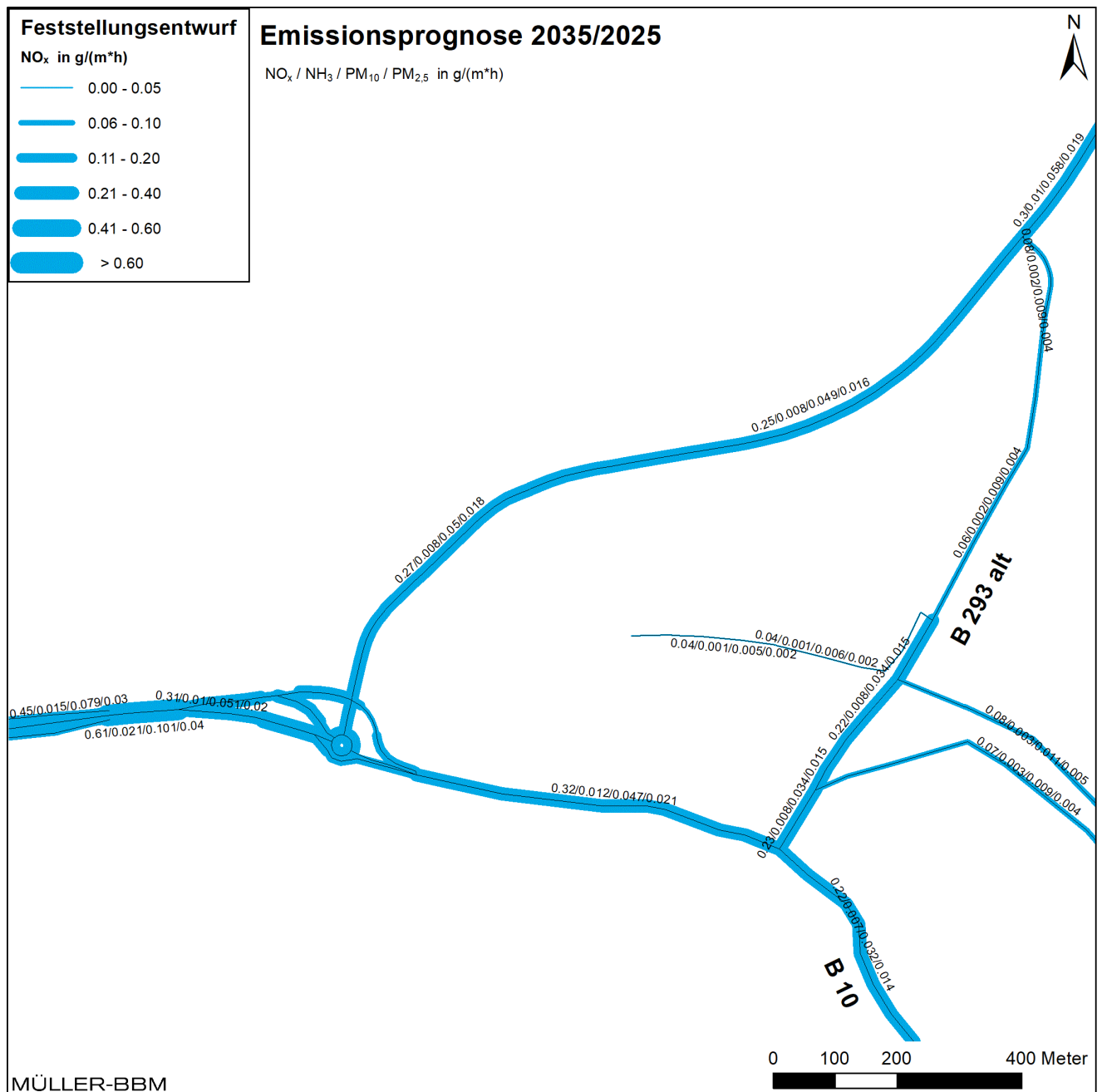


Abbildung 21. Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr  
- Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“ Prognose 2035 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

## Anhang

### **B PM<sub>10</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte)**

\\S-muc-fs01\allefirmen\WIProj\154\M154969\M154969\_01\_Ber\_1D\_1.DOCX:12. 05. 2021

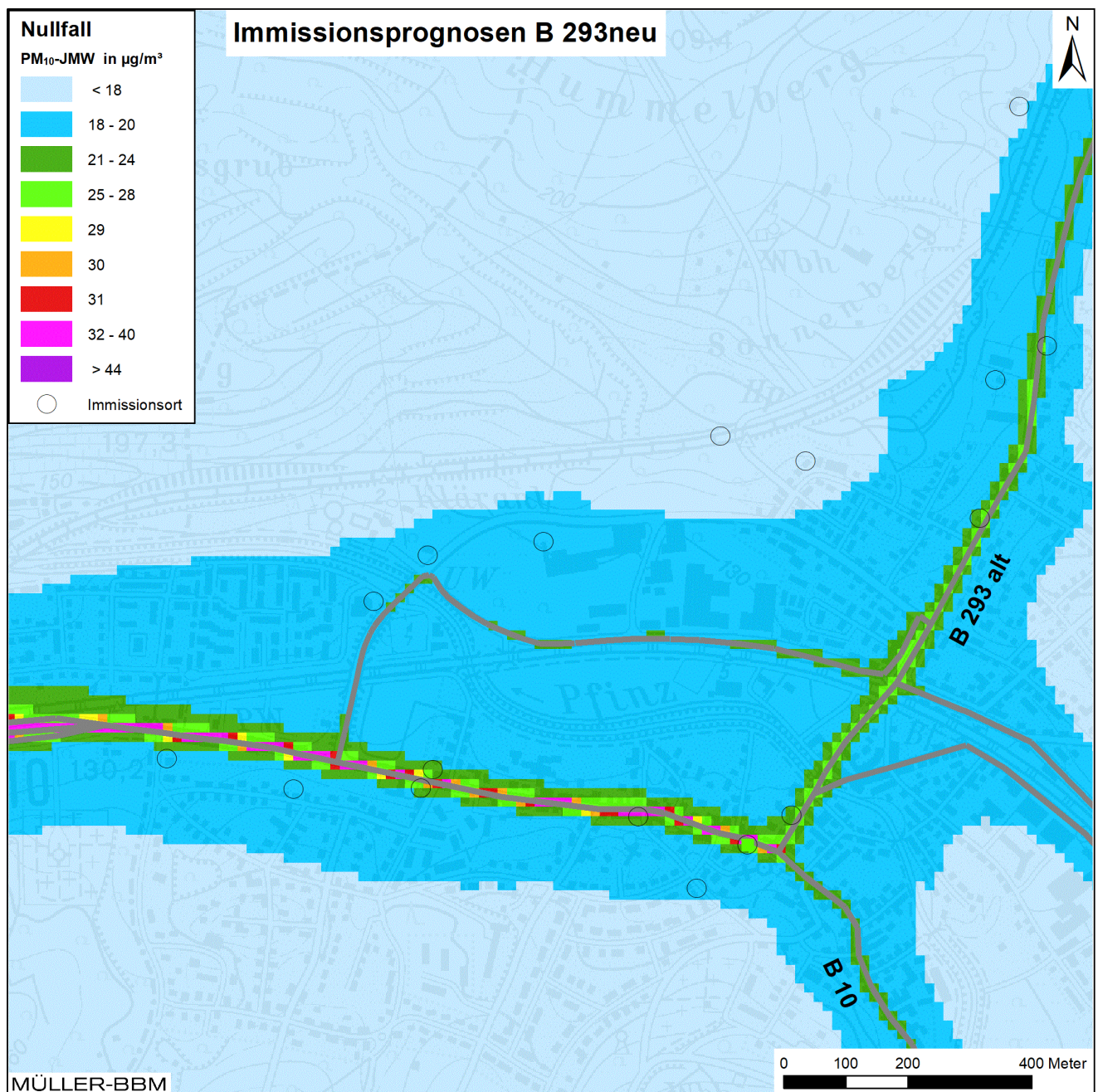


Abbildung 22. PM<sub>10</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte) - Prognose Nullfall 2035 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.



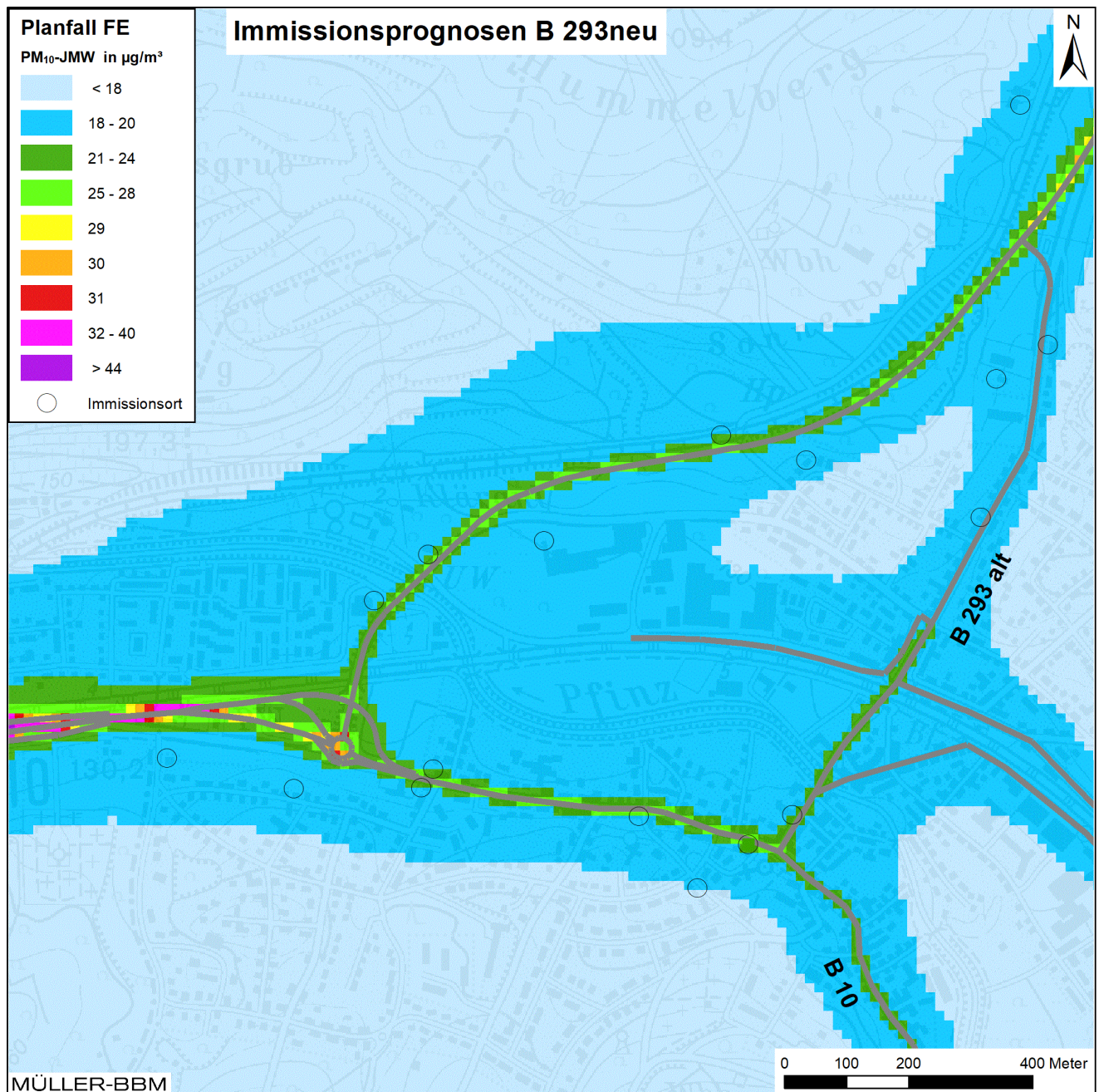


Abbildung 23. PM<sub>10</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte) – Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“  
Prognose 2035 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.



## Anhang

### C PM<sub>2,5</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte)

\\S-muc-fs01\allefirmen\WIPro\154\154969\M154969\_01\_Ber\_1D\_1.DOCX:12. 05. 2021

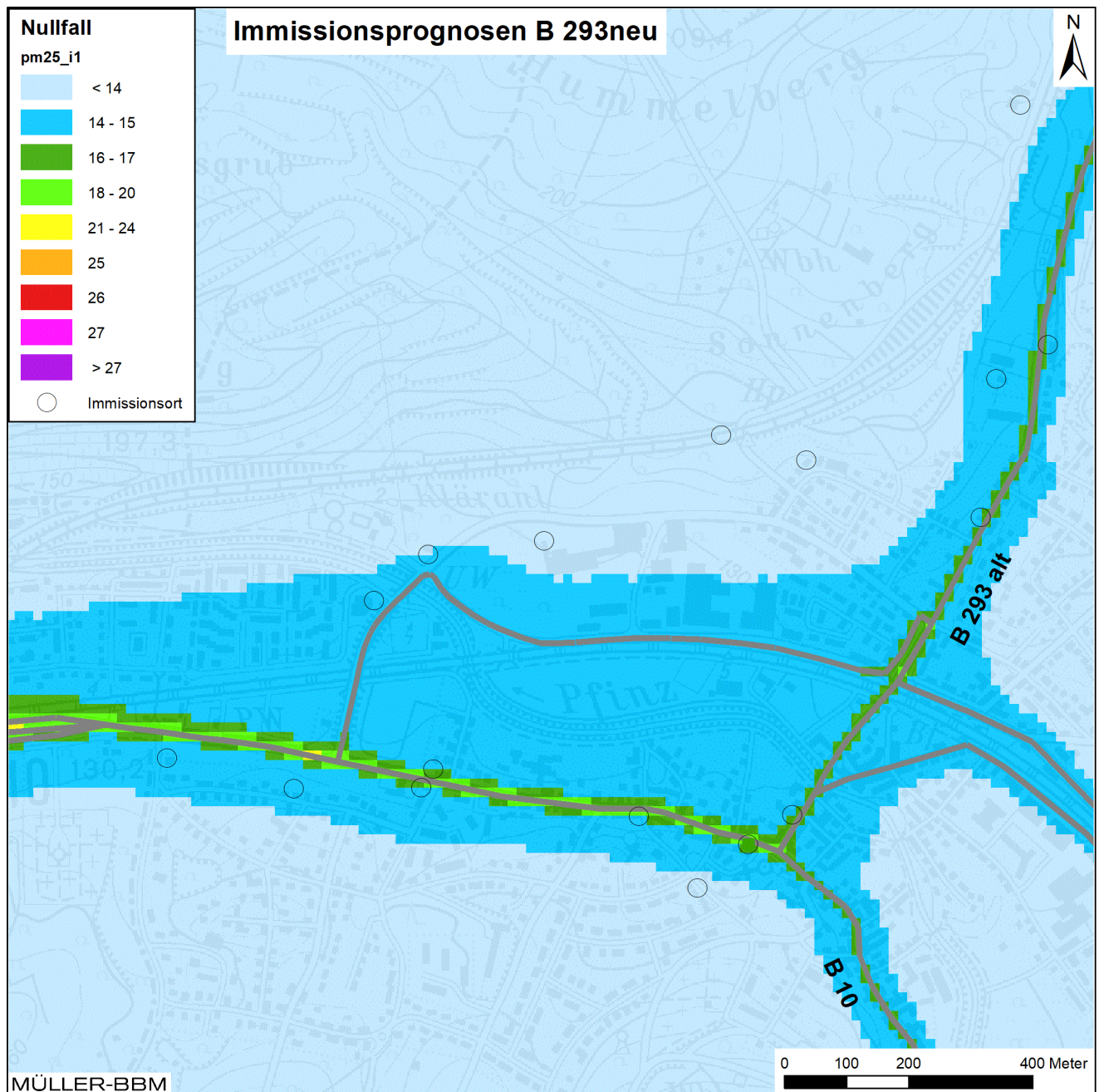


Abbildung 24. PM<sub>2,5</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte) - Prognose Nullfall 2035 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.



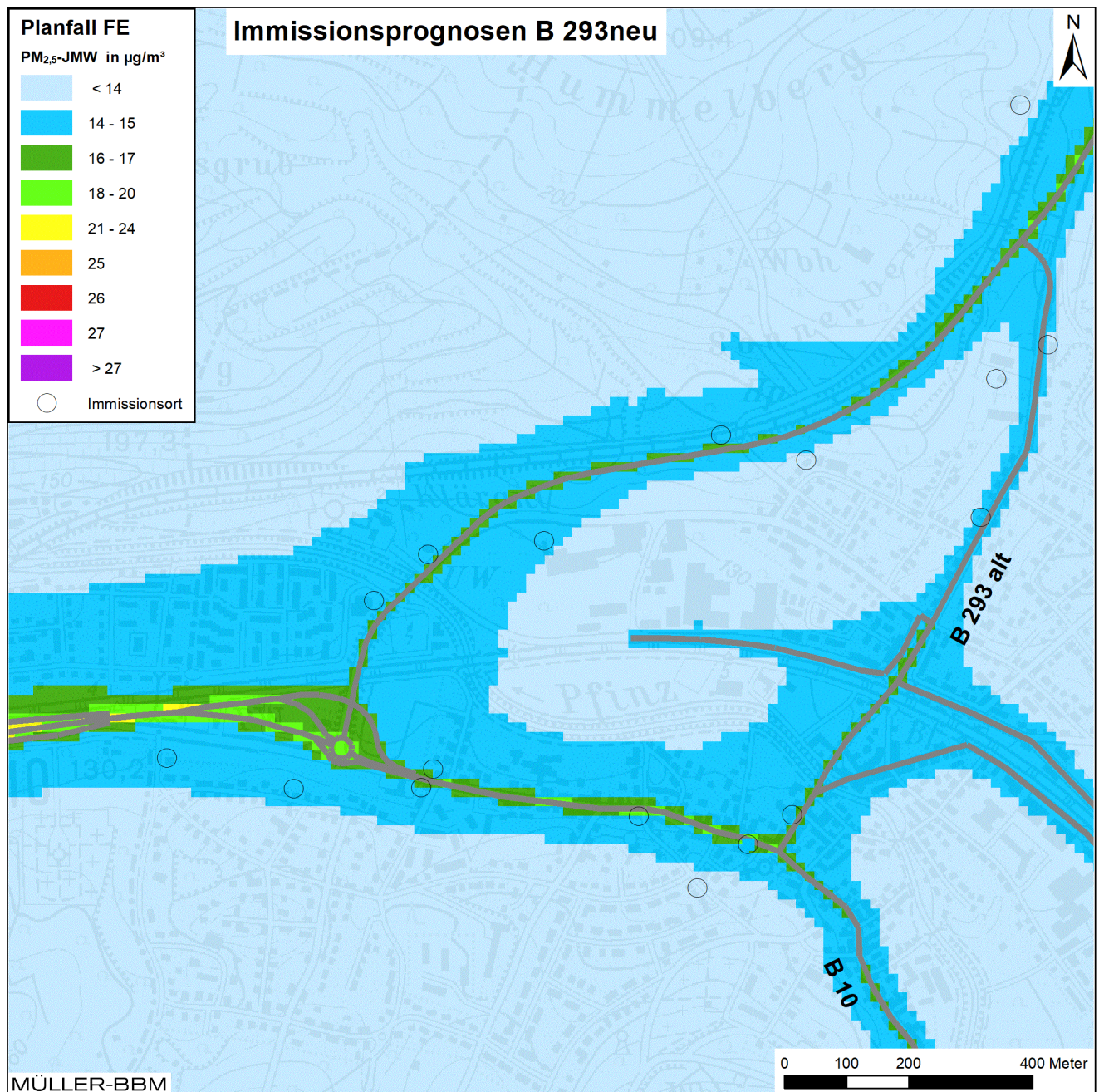


Abbildung 25. PM<sub>2,5</sub>-Immissionen (Jahresmittelwerte) – Planfall FE „B 293neu ohne B 10neu“  
Prognose 2035 ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.