

| |
|--|
| Unterlage 19.7.2 / Anlage V10 |
| Luftschadstoffuntersuchung / Stickstoffdeposition |

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

21. Januar 2021
M154969/03 Version 2 BSG/WLR

B 293neu Ortsumfahrung Berghausen

**Ermittlung der Stickstoffeinträge bei den
Planvarianten zwischen B 3 und B 293
als Grundlage für die
Umweltverträglichkeitsstudie**

Bericht Nr. M154969/03

Auftraggeber:

Regierungspräsidium Karlsruhe
Referat 44 – Straßenplanung
76247 Karlsruhe

Bearbeitet von:

Dr. rer. nat. Rainer Bösing

Berichtsumfang:

Insgesamt 61 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

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Aufgabenstellung | 3 |
| 2 | Rechtliche Beurteilungsgrundlagen | 4 |
| 2.1 | Stickstoffeintrag in Natura 2000-Gebieten | 4 |
| 3 | Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik | 5 |
| 3.1 | Beschreibung der örtlichen Verhältnisse | 5 |
| 3.2 | Trassenvarianten der Straßenplanung | 7 |
| 3.3 | Vorgehensweise und Berechnungsverfahren | 8 |
| 4 | Technische Grundlagen | 10 |
| 4.1 | Verkehrsdaten | 10 |
| 4.2 | Emissionen des Straßenverkehrs | 18 |
| 4.3 | Rechengebiet und räumliche Auflösung | 34 |
| 4.4 | Berücksichtigung von Geländedaten | 34 |
| 4.5 | Meteorologische Daten | 36 |
| 4.6 | Simulation der Kaltluftströmung | 39 |
| 4.7 | Stickstoff-Vorbelastung | 42 |
| 5 | Ergebnisse der Immissionsprognosen - Stickstoffeinträge | 45 |
| 6 | Grundlagen, verwendete Literatur | 59 |

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 NO₂-Grenzwerts nach 39. BImSchV [20], die mehr als zur Hälfte vom Straßenverkehr verursacht werden.

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie UVS wurde im Jahr 2015 eine Luftschadstoffuntersuchung für verschiedene Varianten der Straßenplanung durchgeführt [2].

Nun sind auch Trassenvarianten zwischen B 3 und B 293 umweltfachlich abzuarbeiten, die in der o. g. Untersuchung nicht betrachtet wurden. Für 5 Trassenvarianten der Ortsumfahrung Berghausen und die Prognose Nullfall ist eine Luftschadstoffuntersuchung als Grundlage für die UVS zu erarbeiten. Zusätzlich ist der Planfall FE mit B 293neu in Berghausen zu betrachten.

Für die o. g. Trassenvarianten wurde eine Luftschadstoffuntersuchung hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit durchgeführt (*Müller-BBM Bericht Nr. M154969/02, April 2020* [3]). Dabei wurden die NO₂-Immissionen flächenhaft im Untersuchungsgebiet und punktgenau an der nächstgelegenen Wohnbebauung ermittelt. Die Ergebnisse wurden gemäß der 39. BImSchV bewertet.

In der vorliegenden Untersuchung sind für die 5 Trassenvarianten zwischen B 3 und B 293 die durch den Straßenverkehr verursachten Stickstoffeinträge in umliegende FFH-Gebiete zu ermitteln. Dabei sind die Vorgaben der „Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen, H PSE Stickstoffleitfaden Straße, Ausgabe 2019“ [29] zu beachten.

2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen

2.1 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 [15]. 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 Biotope [4] einen Fachkonventionsvorschlag zur Erheblichkeitsbeurteilung veröffentlicht, der ein unteres Abschneidekriterium für die vorhabenbedingte Zusatzbelastung bei einem Depositionswert von $0,3 \text{ kg N} / (\text{haxa})$ 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“ [29]. Der Wert von $0,3 \text{ kg N} / (\text{haxa})$ gilt unabhängig von einem Critical Load.

Der straßenverkehrsbedingte Stickstoffeintrag (N-Deposition) resultiert aus den in den Kfz-Abgasen enthaltenen Stickoxiden (NO_x) und Ammoniak (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

Der Ort Pfinztal-Berghausen liegt östlich von Karlsruhe am Rande des Kraichgaus. Wie der Name sagt, liegt er im Tal der Pfinz und ist von mehreren Erhebungen umgeben. Der Verlauf des Pfinztals knickt in Berghausen von Südsüdosten 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.

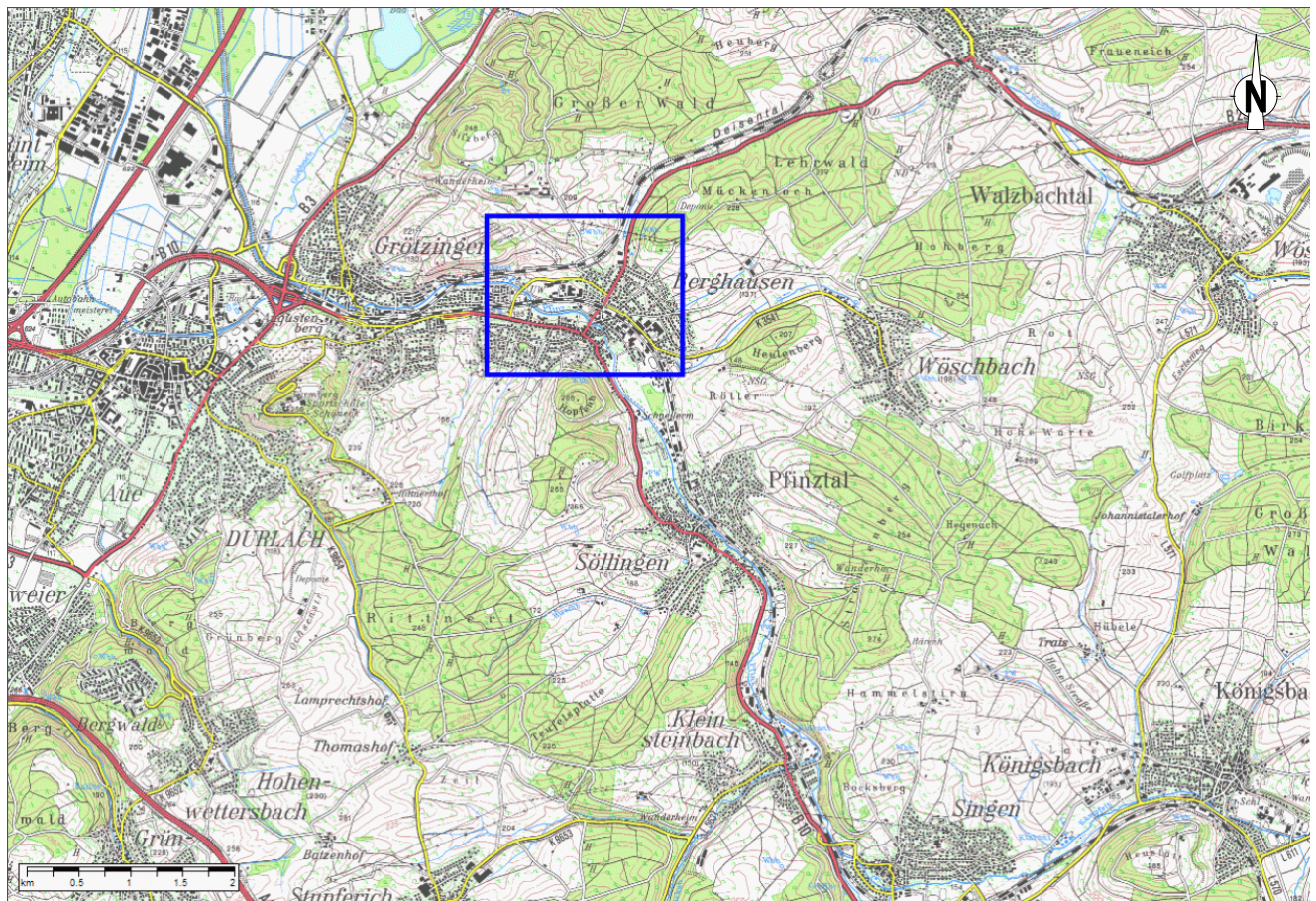


Abbildung 1. Topografische Karte [31] mit Untersuchungsgebiet (blau markiert).

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) [21].

3.2 Trassenvarianten der Straßenplanung

In Abbildung 3 sind die Trassenverläufe der zu untersuchenden Planvarianten B 293neu zwischen B 3 und B 293alt [13] sowie in Berghausen [14] und die umliegenden FFH-Gebiete dargestellt. In den Planvarianten gibt es Tunnelstrecken unterschiedlicher Länge.

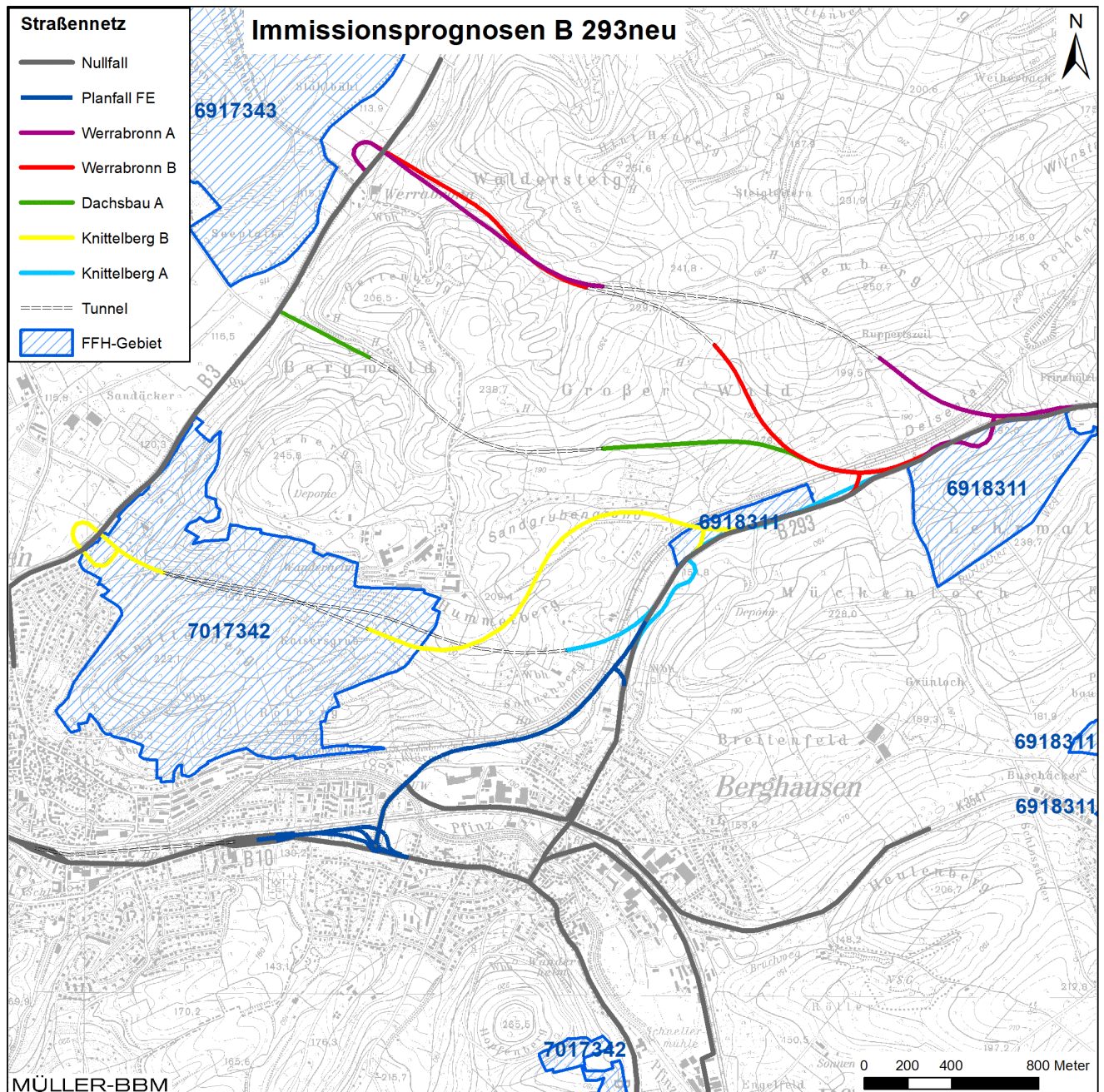


Abbildung 3. Trassenverläufe der Planvarianten B 293neu [13] zwischen B 3 und B 293alt und in Berghausen [14], Kartengrundlage [30].

3.3 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 Richtlinie VDI 3783 Blatt 14 „Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen“ [25].

Der straßenverkehrsbedingte Stickstoffeintrag (N-Deposition) resultiert aus den in den Kfz-Abgasen enthaltenen Stickoxiden (NO_x) und Ammoniak (NH_3).

Die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen (Masse der von den Fahrzeugen verursachten Schadstoffe) erfolgte entsprechend den Vorgaben der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 „Kfz-Emissionsbestimmung“ [24] auf Grundlage der aktuellen Datenbank „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA Version 4.1“ [11]. Die Schadstoffemissionen wurden auf Grundlage der vom Verkehrsgutachter zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen [34] und der den angesetzten Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren berechnet.

Die von der Topografie beeinflussten Luftströmungen und die Ausbreitung der o. g. Schadstoffe wurden mit dem dreidimensionalen Ausbreitungsmodell LASAT¹ [8] berechnet. Damit konnten die Emissionen auf den berücksichtigten Straßenabschnitten und die örtlichen meteorologischen Verhältnisse in die Berechnungen einbezogen werden.

Für die Berechnung der Kaltluftabflüsse wird das Simulationsmodell KLAM_21 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) [9] 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.

Für die Immissionsberechnungen wurden lokal repräsentative meteorologische Daten einer synthetischen Ausbreitungsklassenstatistik aus dem Windrosenatlas des Landes Baden-Württemberg verwendet [16]. Die Kaltluftbildung und Kaltluftströmungen

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).

wurden durch Berechnungen mit dem Simulationsmodell KLAM_21 quantifiziert und bei den Ausbreitungsrechnungen einbezogen.

Deposition

Bei den Ausbreitungsberechnungen wurden für die Ermittlung der Deposition der Schadstoffe, hier v. a. Stickoxide (NO und NO₂) und Ammoniak (NH₃), stoffspezifisch unterschiedliche Depositionsgeschwindigkeiten sowie die Auswaschraten (nasse Deposition) nach VDI 3782 Blatt 5 [23] angesetzt.

4 Technische Grundlagen

4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrszahlen wurden vom Verkehrsgutachter [34] übergeben. Die zur Verfügung gestellten und in den Emissions- und Immissionsberechnungen verwendeten Verkehrsdaten sind in Abbildung 4 bis Abbildung 10 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 zGG²) angegeben.

Die Umrechnungsfaktoren der werktäglichen Verkehrsmengen auf durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) 0,95 bzw. 0,87 für den SV wurden aus den Daten des Verkehrsmonitorings 2018 [33] 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 zGG²) 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 auf der B10 in der Ortsdurchfahrt Berghausen geht von einer deutlichen Verkehrszunahme im Vergleich zur heutigen Belastung laut Verkehrsmonitoring 2018 [33] von etwa 20000 Kfz/24h und 8 % SV-Anteil aus.

² zGG zulässiges Gesamtgewicht

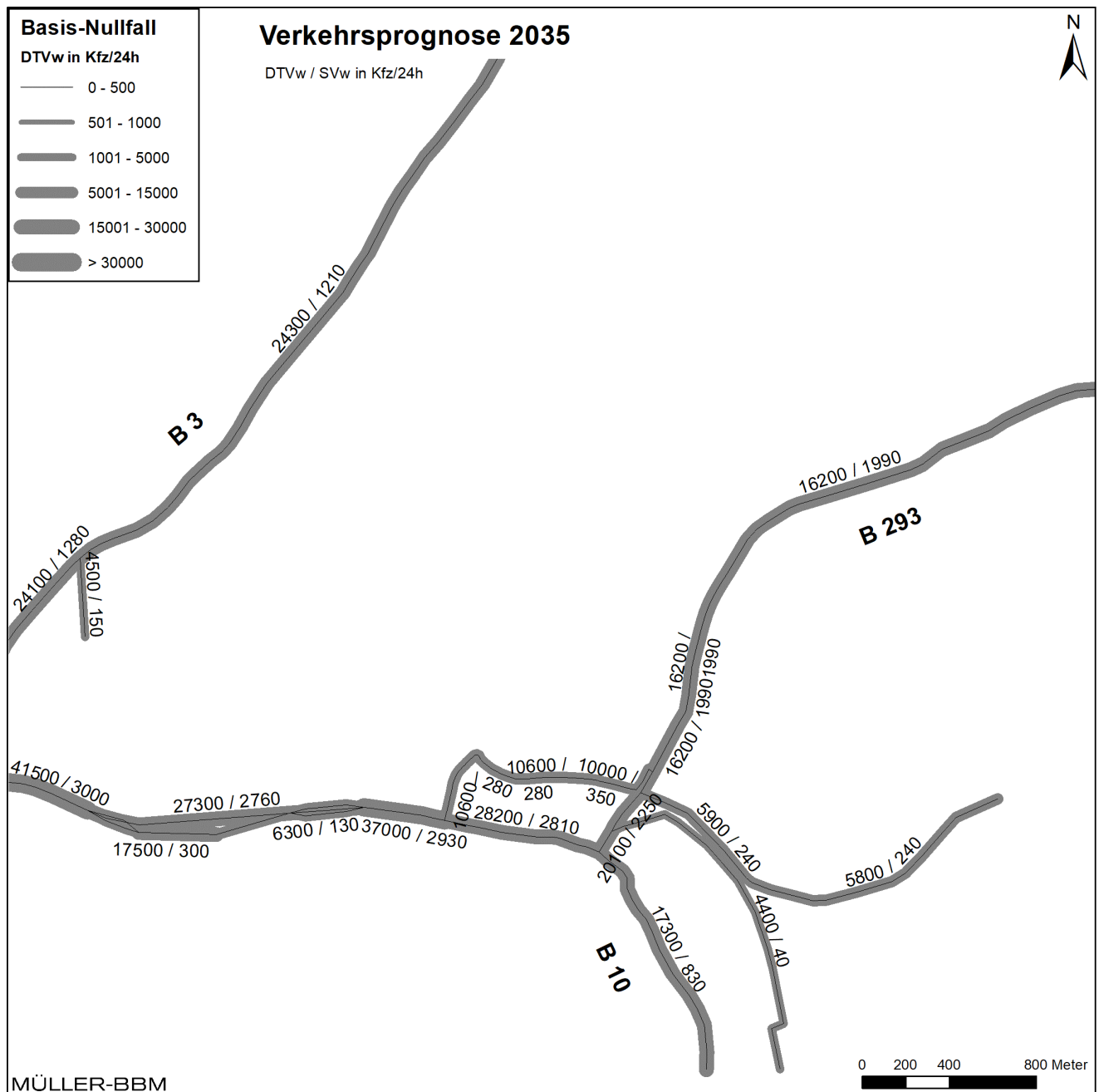


Abbildung 4. Prognose Nullfall 2035 - Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTVw) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SVw (über 3,5 t zul. Gesamtgewicht) [34].

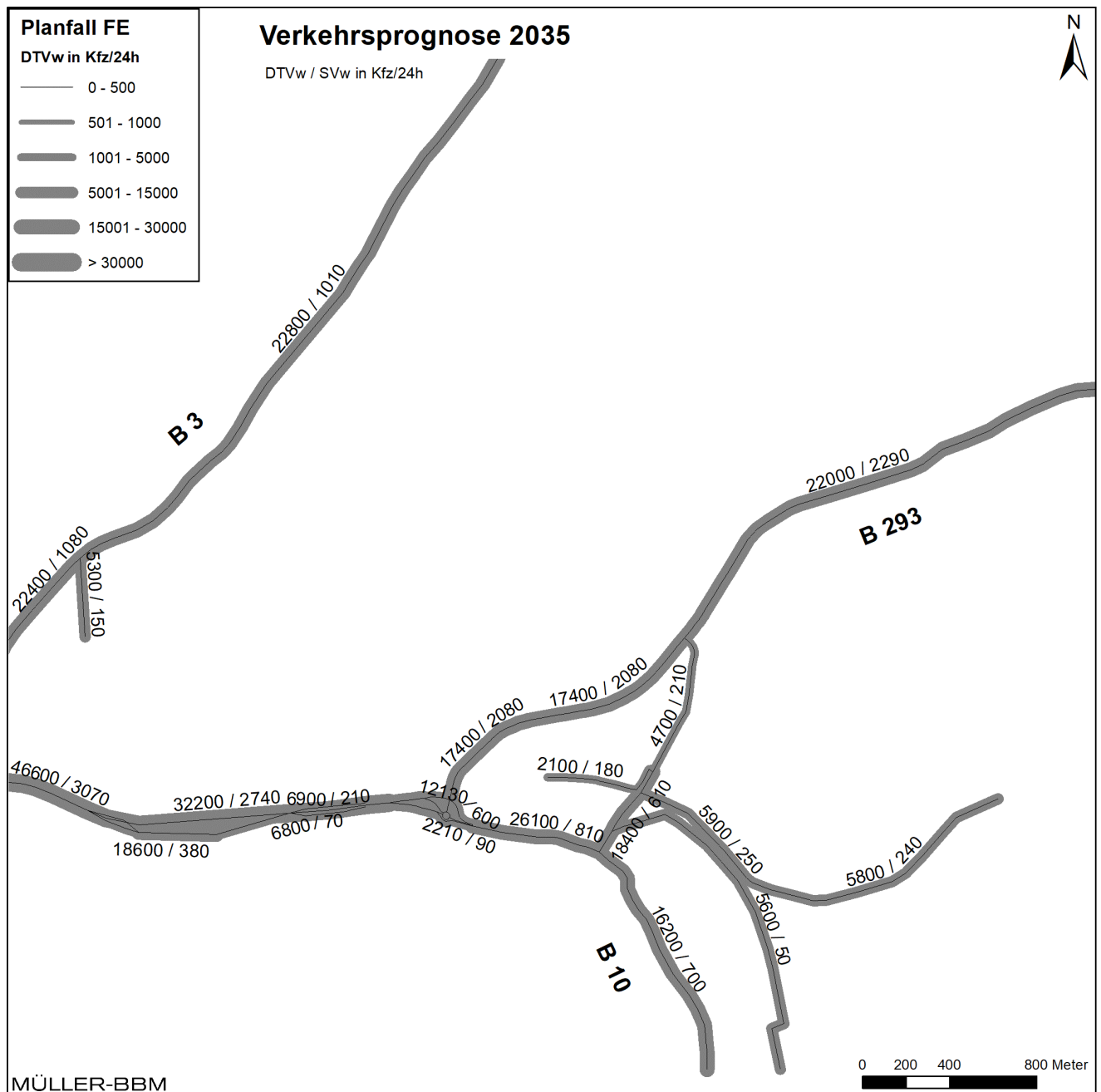
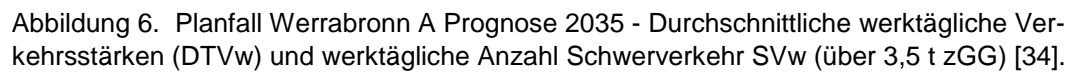
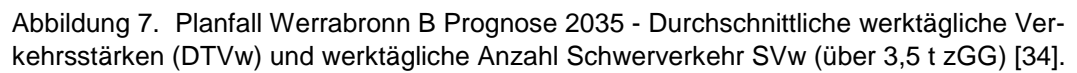


Abbildung 5. Planfall FE Prognose 2035 - Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTVw) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SVw (über 3,5 t zGG) [34].





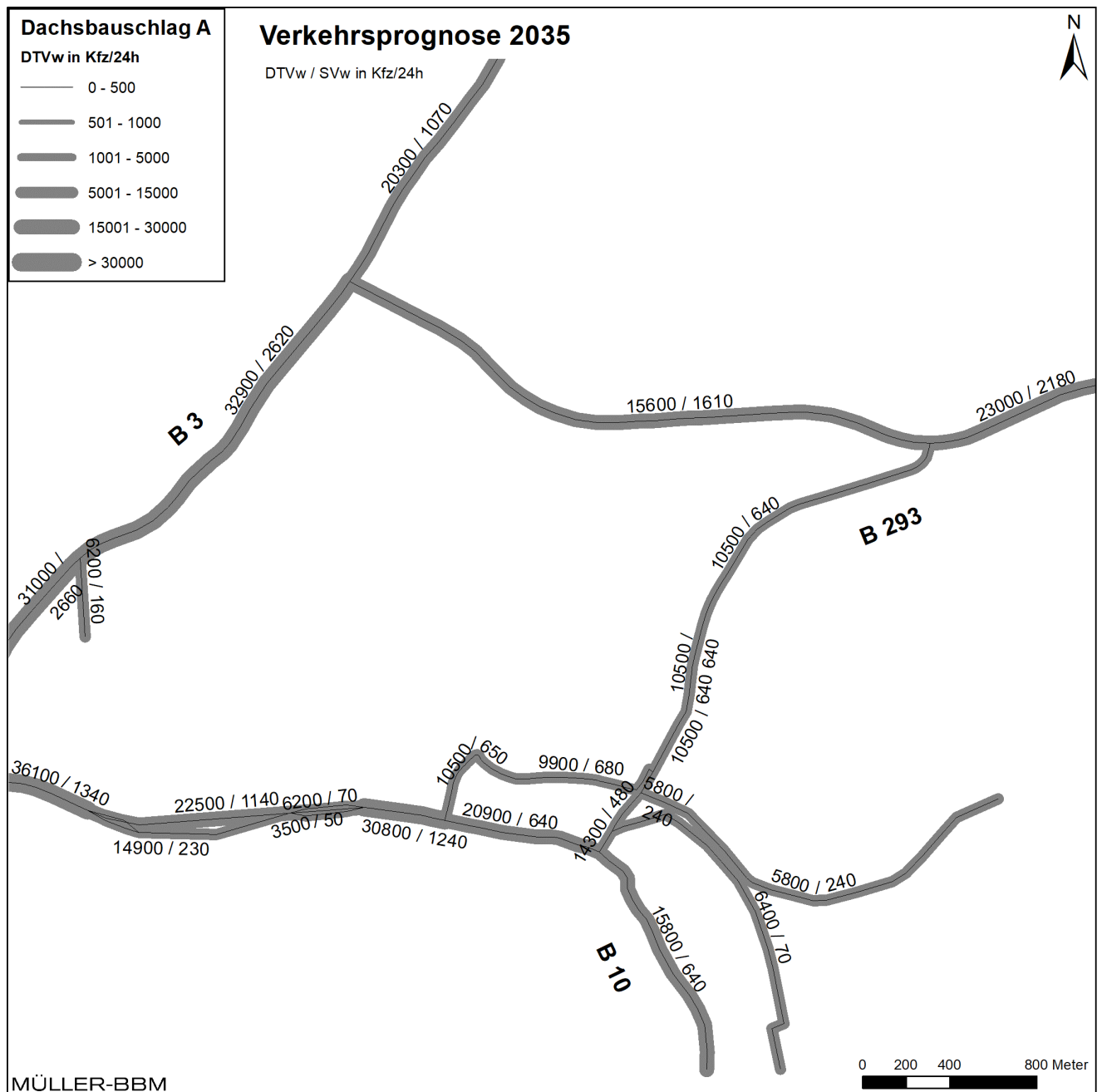


Abbildung 8. Planfall Dachsbauschlag A Prognose 2035 - Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTVw) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SVw (über 3,5 t zGG) [34].

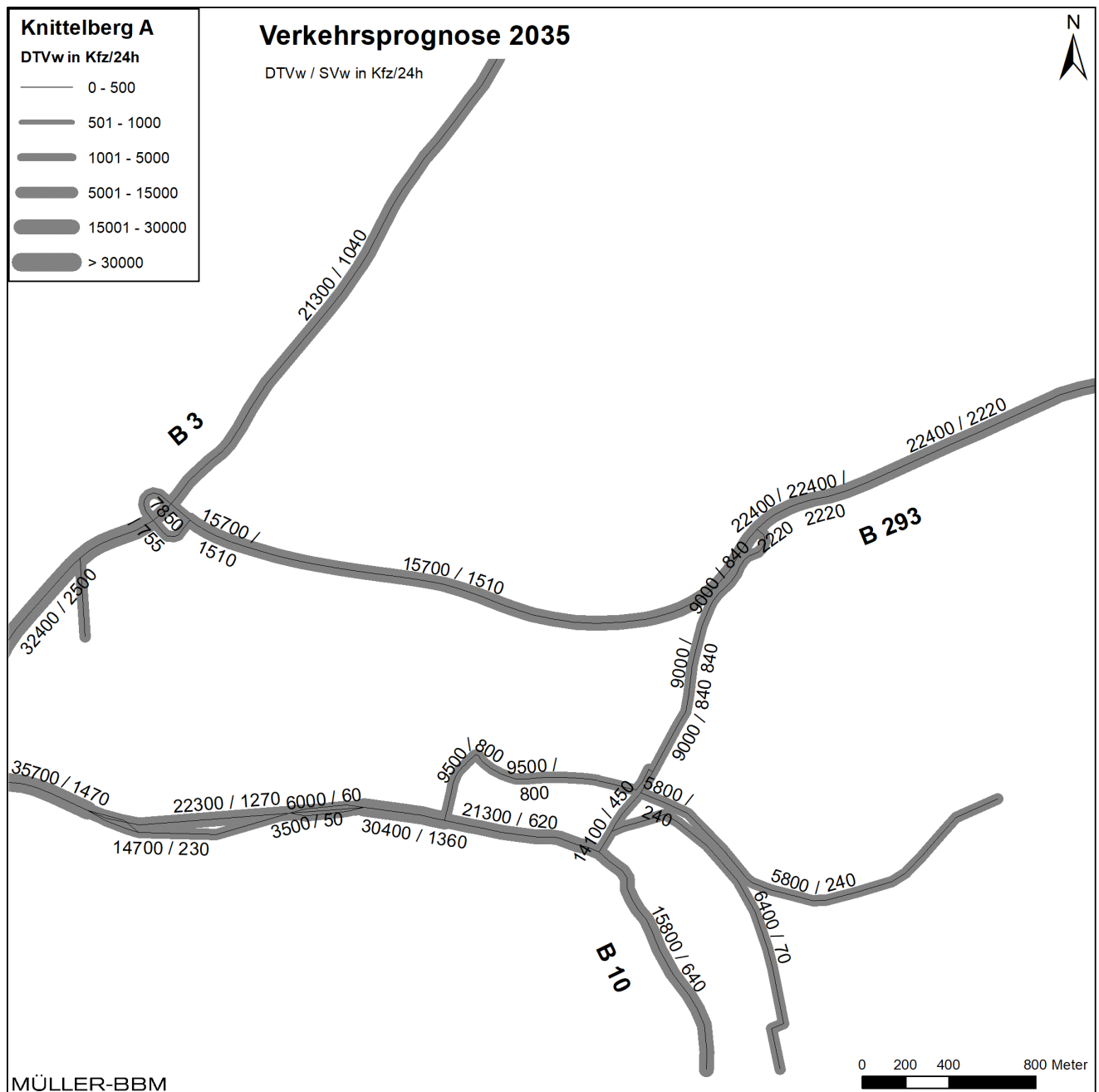


Abbildung 9. Planfall Knittelberg A Prognose 2035 - Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTVw) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SVw (über 3,5 t zGG) [34].

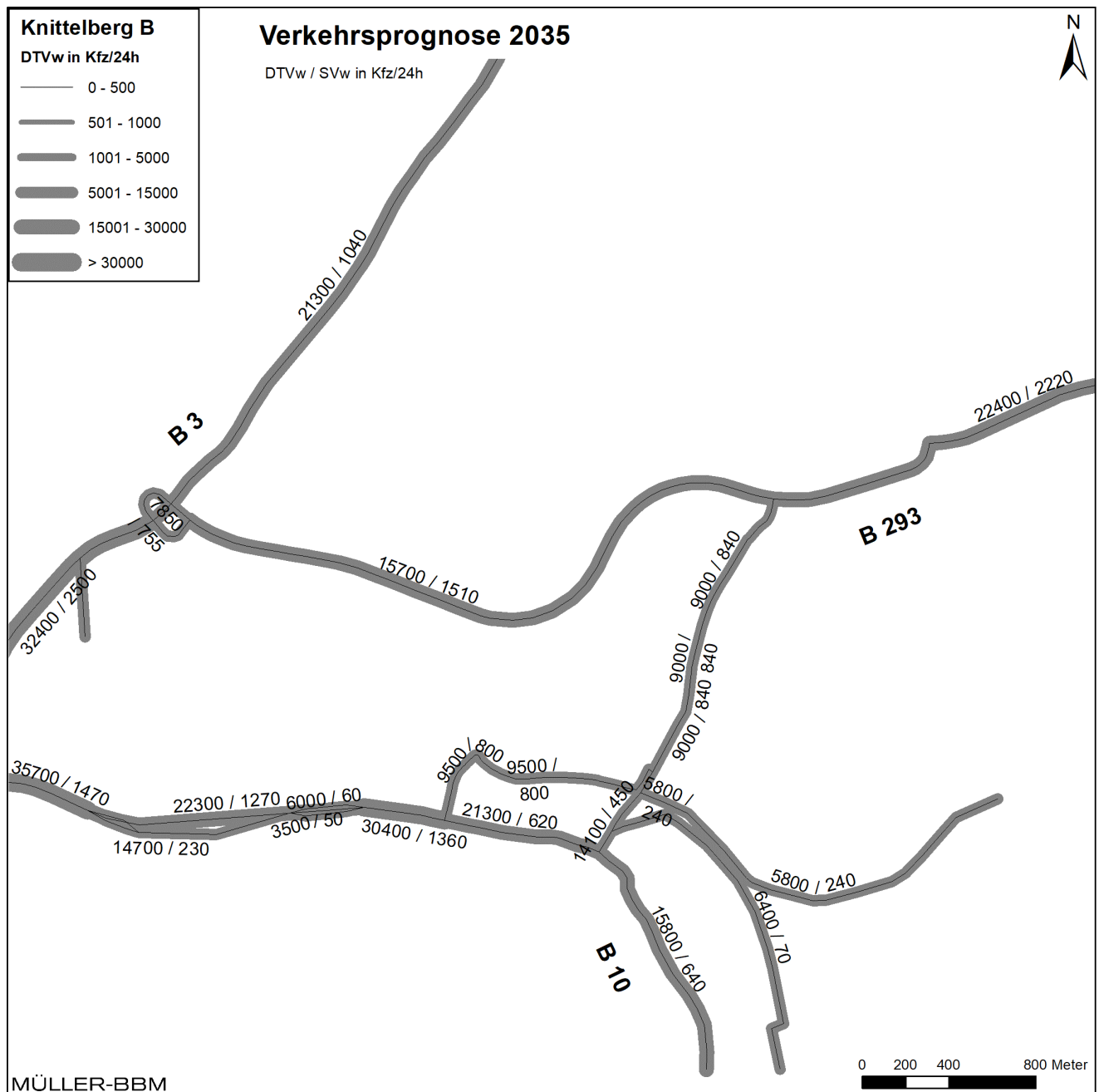


Abbildung 10. Planfall Knittelberg B Prognose 2035 - Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTVw) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SVw (über 3,5 t zGG) [34].

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 die vom Straßenverkehr freigesetzten Schadstoffmengen (Emissionen) entsprechend der einschlägigen Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 „Kfz-Emissionsbestimmung“ [24] berechnet. In der vorliegenden Untersuchung werden die Schadstoffe Stickoxide (NO_x) und Ammoniak (NH_3) behandelt.

Die Abgas-Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge wurden dem einschlägigen "Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 4.1" [11] 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), Hauptverkehrsstraßen (hvs), Sammelstraßen zwischen Ortschaften (samm), dto. mit Kurven (hvsk, sammk) 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 [21] 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 [32] 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 2025³ 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 [24] bei den Emissionsberechnungen berücksichtigt.

³ 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 11 bis Abbildung 17 zu entnehmen. In Tabelle 1 sind die verwendeten Emissionsfaktoren differenziert nach Leichtverkehr LV (Personenkraftwagen PKW und leichte Nutzfahrzeuge LNF) und Schwerverkehr SV (schwere Nutzfahrzeuge SNF und Busse) aufgeführt.

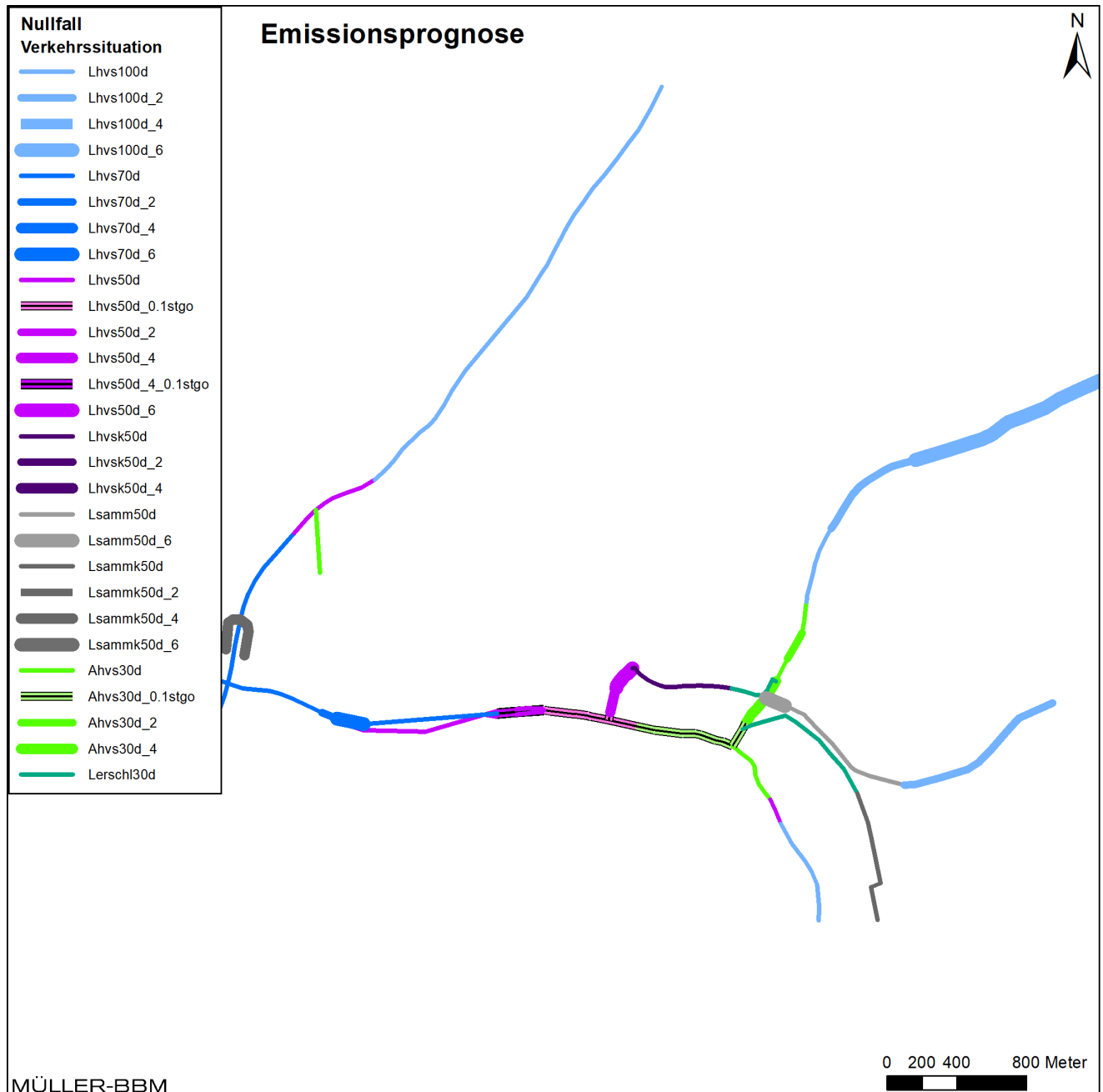


Abbildung 11. Nullfall - Verkehrssituationen entsprechend HBEFA [11].

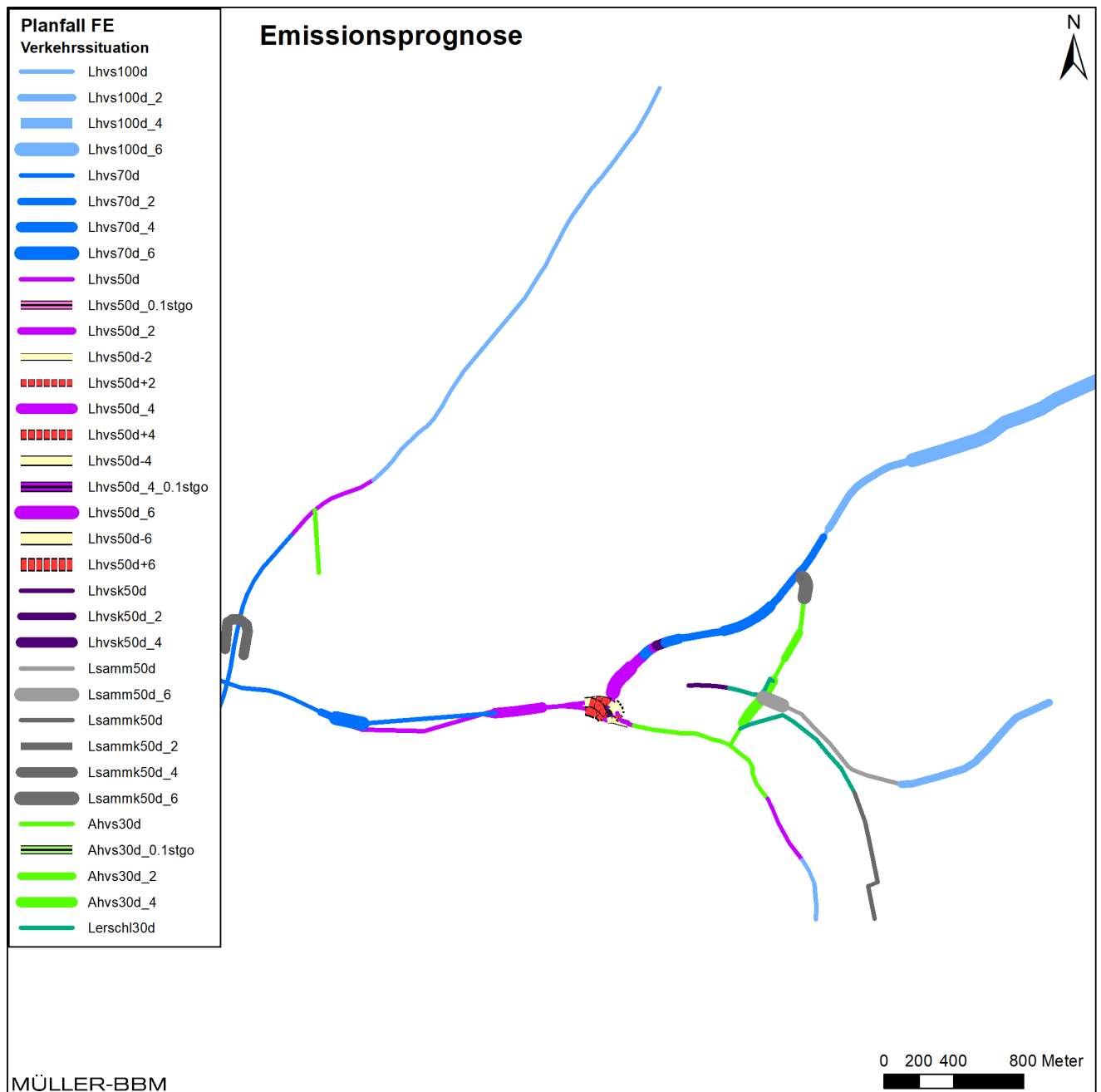


Abbildung 12. Planfall FE - Verkehrssituationen entsprechend HBEFA [11].

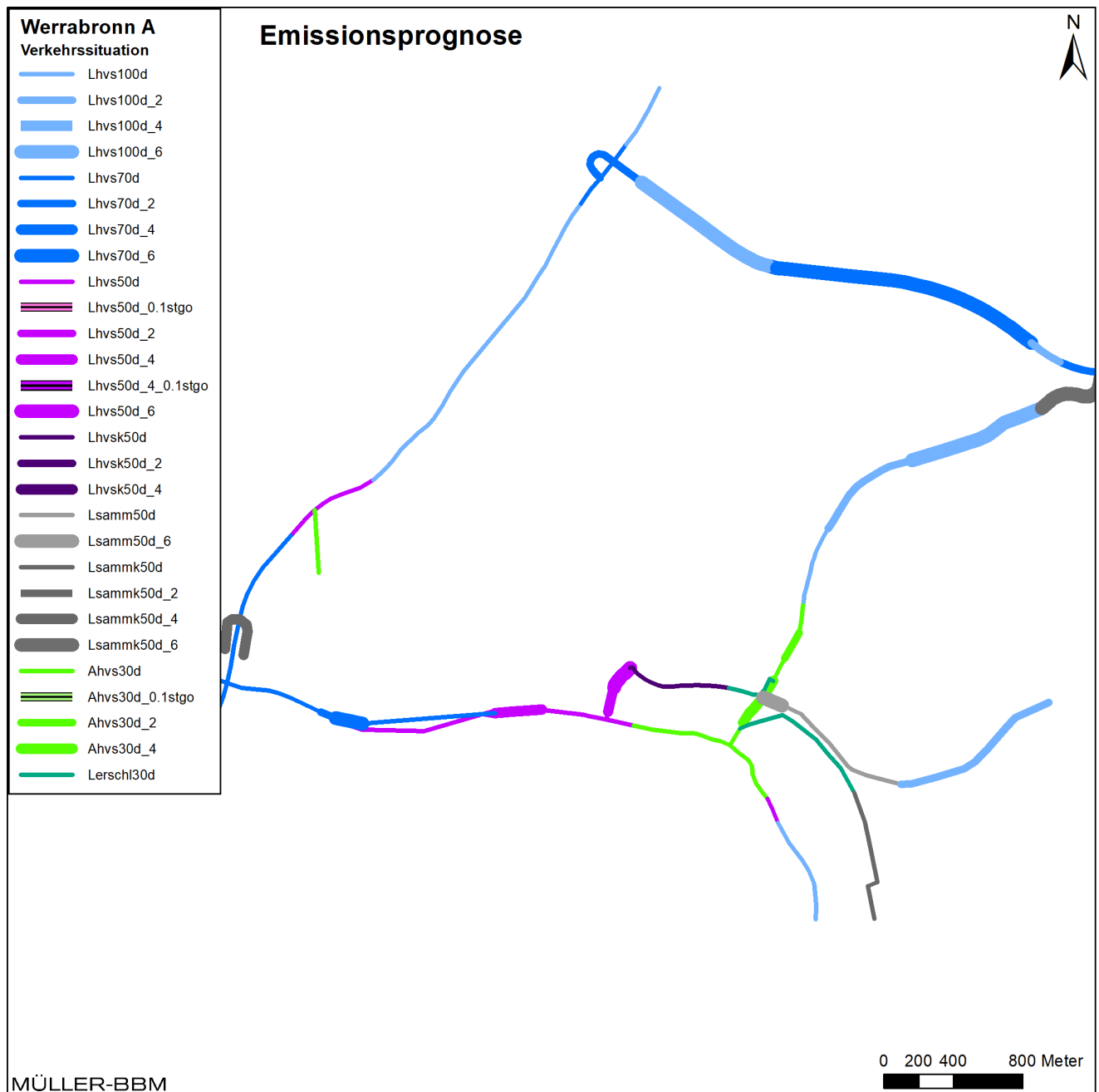


Abbildung 13. Planfall Werrabronn A - Verkehrssituationen entsprechend HBEFA [11].

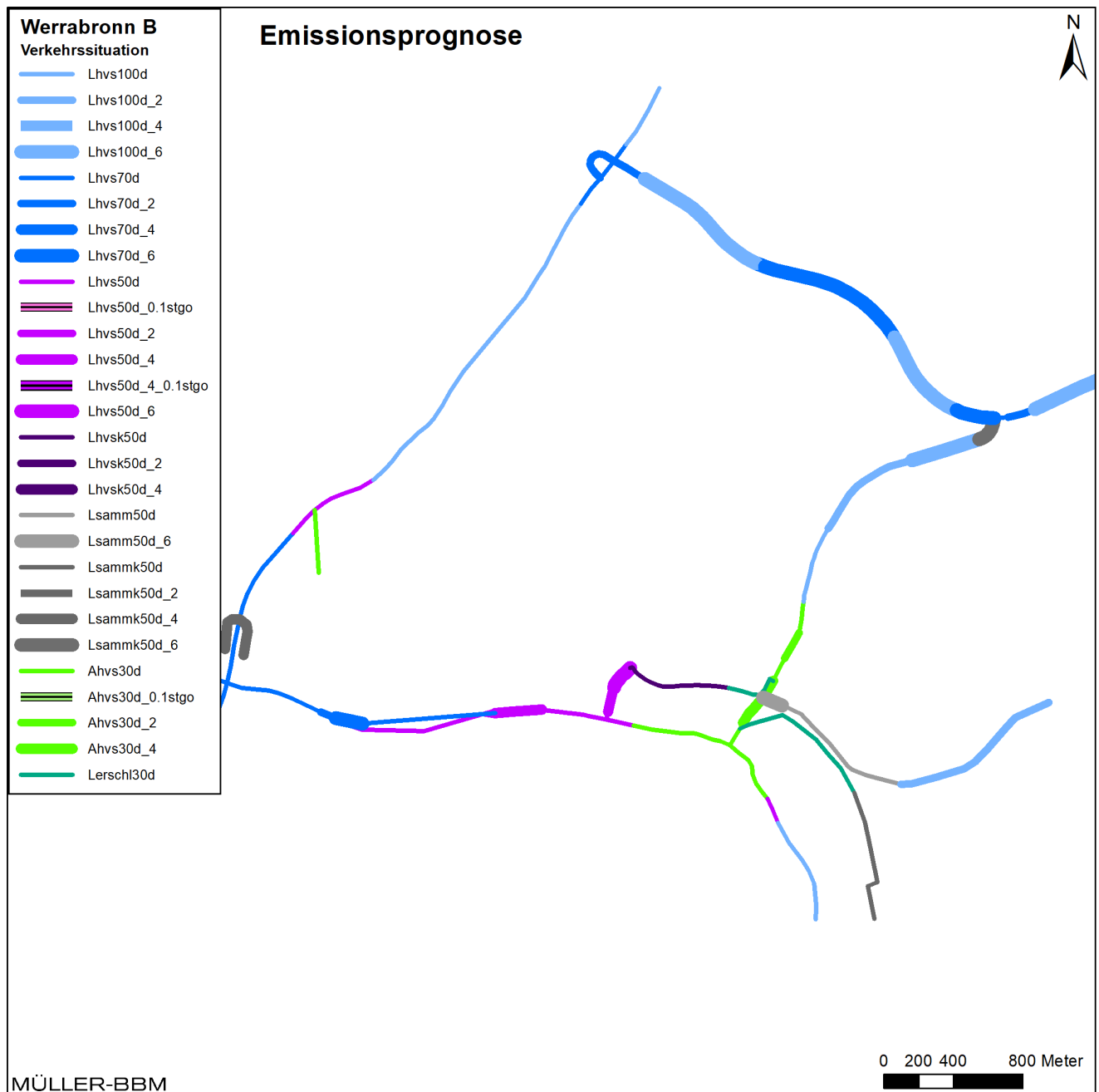


Abbildung 14. Planfall Werrabronn B - Verkehrssituationen entsprechend HBEFA [11].

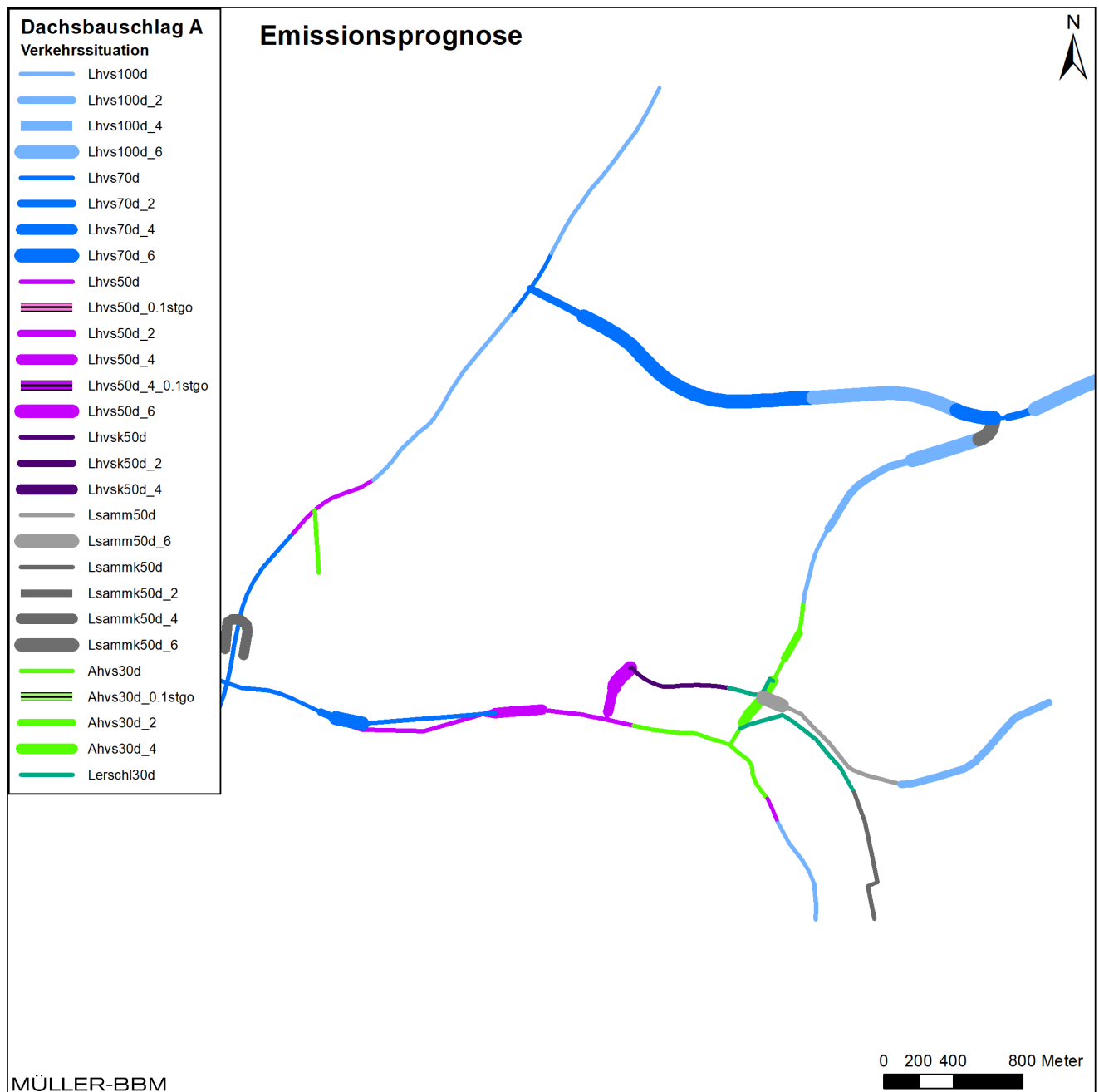


Abbildung 15. Planfall Dachsbauschlag A - Verkehrssituationen entsprechend HBEFA [11].

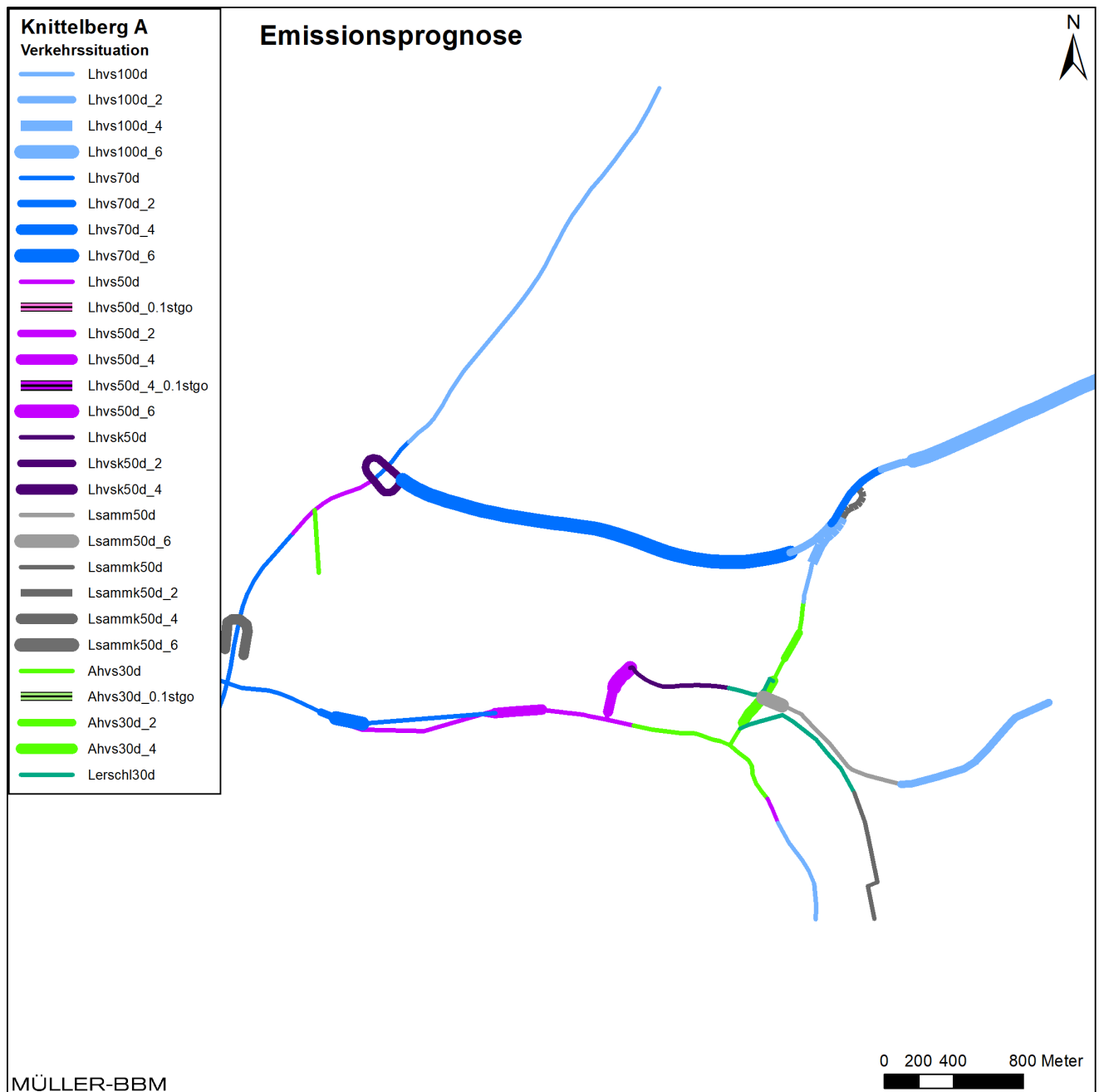


Abbildung 16. Planfall Knittelberg A - Verkehrssituationen entsprechend HBEFA [11].

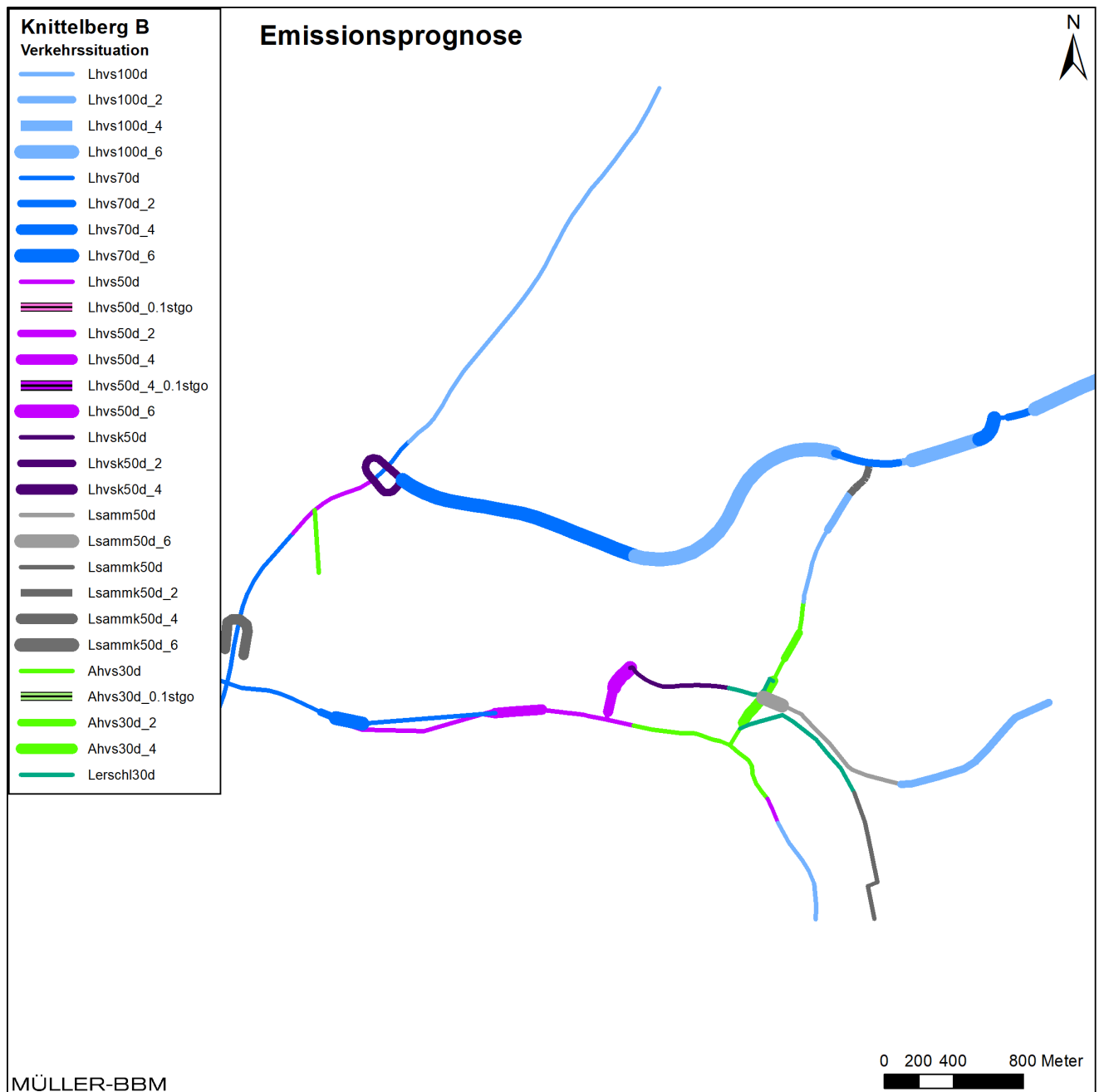


Abbildung 17. Planfall Knittelberg B - Verkehrssituationen entsprechend HBEFA [11].

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 betrachteten Untersuchungsfälle in den Abbildung 18 bis Abbildung 24 dargestellt. Die Emissionen von Tunnelstrecken wurden auf die zugehörigen Portalfahrten umgelegt.

Tabelle 1. Emissionsfaktoren Leichtverkehr (LV=PKW und LNF) und Schwerverkehr SV (SNF und BUS) nach HBEFA 4.1 [11] für eine Fahrzeugflotten im Jahr 2025.

| Verkehrssituation | Längs- neigung | NO _x | | NH ₃ | |
|--------------------|-------------------|------------------------|-------|-----------------|------|
| | | LV | SV | LV | SV |
| | | in [mg/km] je Fahrzeug | | | |
| Lhvs100d | 0% | 180 | 970 | 11,5 | 12,5 |
| Lhvs100d_2 | +/-2% | 200 | 1.280 | 11,5 | 12,5 |
| Lhvs100d_4 | +/-4% | 250 | 950 | 11,5 | 12,5 |
| Lhvs100d_6 | +/-6% | 340 | 940 | 11,5 | 12,5 |
| Lhvs70d | 0% | 210 | 1.360 | 11,5 | 12,5 |
| Lhvs70d_2 | +/-2% | 220 | 1.580 | 11,5 | 12,5 |
| Lhvs70d_4 | +/-4% | 250 | 1.250 | 11,5 | 12,5 |
| Lhvs70d_6 | +/-6% | 310 | 1.110 | 11,5 | 12,5 |
| Lhvs50d | 0% | 230 | 1.990 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d_2 | +/-2% | 240 | 1.800 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d_4 | +/-4% | 270 | 1.410 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d_6 | +/-6% | 320 | 1.350 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d+2 | +2% | 300 | 1.570 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d+4 | +4% | 390 | 1.680 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d+6 | +6% | 510 | 1.920 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d-2 | -2% | 180 | 2.030 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d-4 | -4% | 140 | 1.150 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d-6 | -6% | 120 | 780 | 11,4 | 11,9 |
| Lhvs50d | 0% | 280 | 3.120 | 12,2 | 16,0 |
| Lhvs50d_2 | +/-2% | 290 | 2.720 | 12,2 | 16,0 |
| Lhvs50d_4 | +/-4% | 320 | 2.330 | 12,2 | 16,0 |
| Lsamm50d | 0% | 270 | 2.140 | 11,4 | 11,9 |
| Lsamm50d_6 | +/-6% | 340 | 1.700 | 11,4 | 11,9 |
| Lsammk50d | 0% | 310 | 2.810 | 12,2 | 16,0 |
| Lsammk50d_2 | +/-2% | 320 | 2.570 | 12,2 | 16,0 |
| Lsammk50d_4 | +/-4% | 340 | 2.200 | 12,2 | 16,0 |
| Lsammk50d_6 | +/-6% | 390 | 2.000 | 12,2 | 16,0 |
| Lersch130d | 0% | 300 | 2.640 | 12,2 | 16,0 |
| Ahvs30d | 0% | 230 | 2.930 | 11,4 | 11,9 |
| Ahvs30d_2 | +/-2% | 240 | 2.090 | 11,4 | 11,9 |
| Ahvs30d_4 | +/-4% | 250 | 1.730 | 11,4 | 11,9 |
| Ahvs30s | 0% | 380 | 8.270 | 12,2 | 16,0 |
| Ahvs30d_0.05stgo | 0% | 240 | 3.200 | 11,5 | 12,1 |
| Lhvs50s_4 | +/-4% | 380 | 6.120 | 12,2 | 16,0 |
| Lhvs50d_0.05stgo | 0% | 240 | 2.200 | 11,5 | 12,1 |
| Lhvs50s_4 | +/-4% | 380 | 6.120 | 12,2 | 16,0 |
| Lhvs50d_4_0.05stgo | +/-4% | 270 | 1.650 | 11,5 | 12,1 |

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%

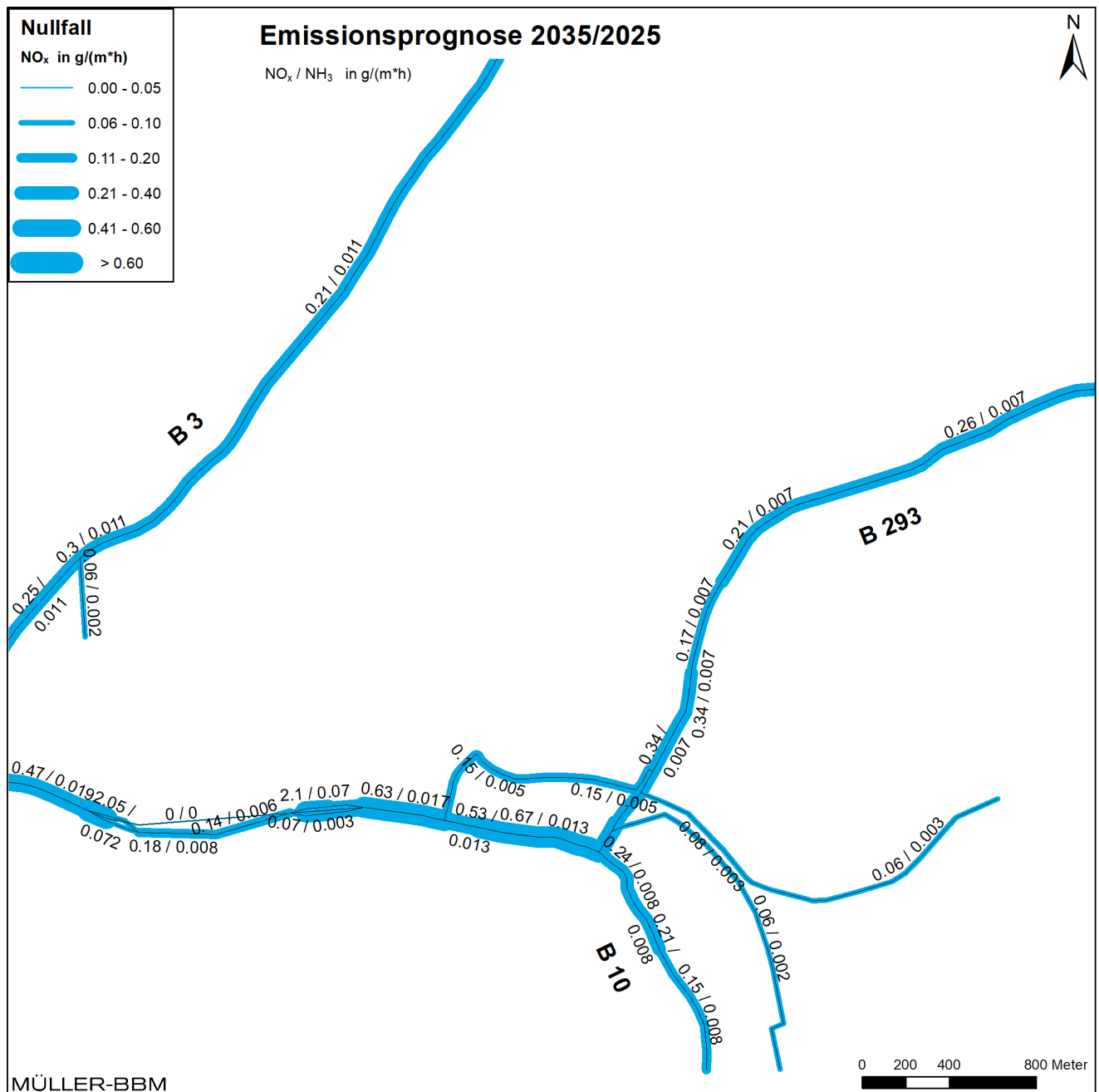


Abbildung 18. Prognose Nullfall 2035 – Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

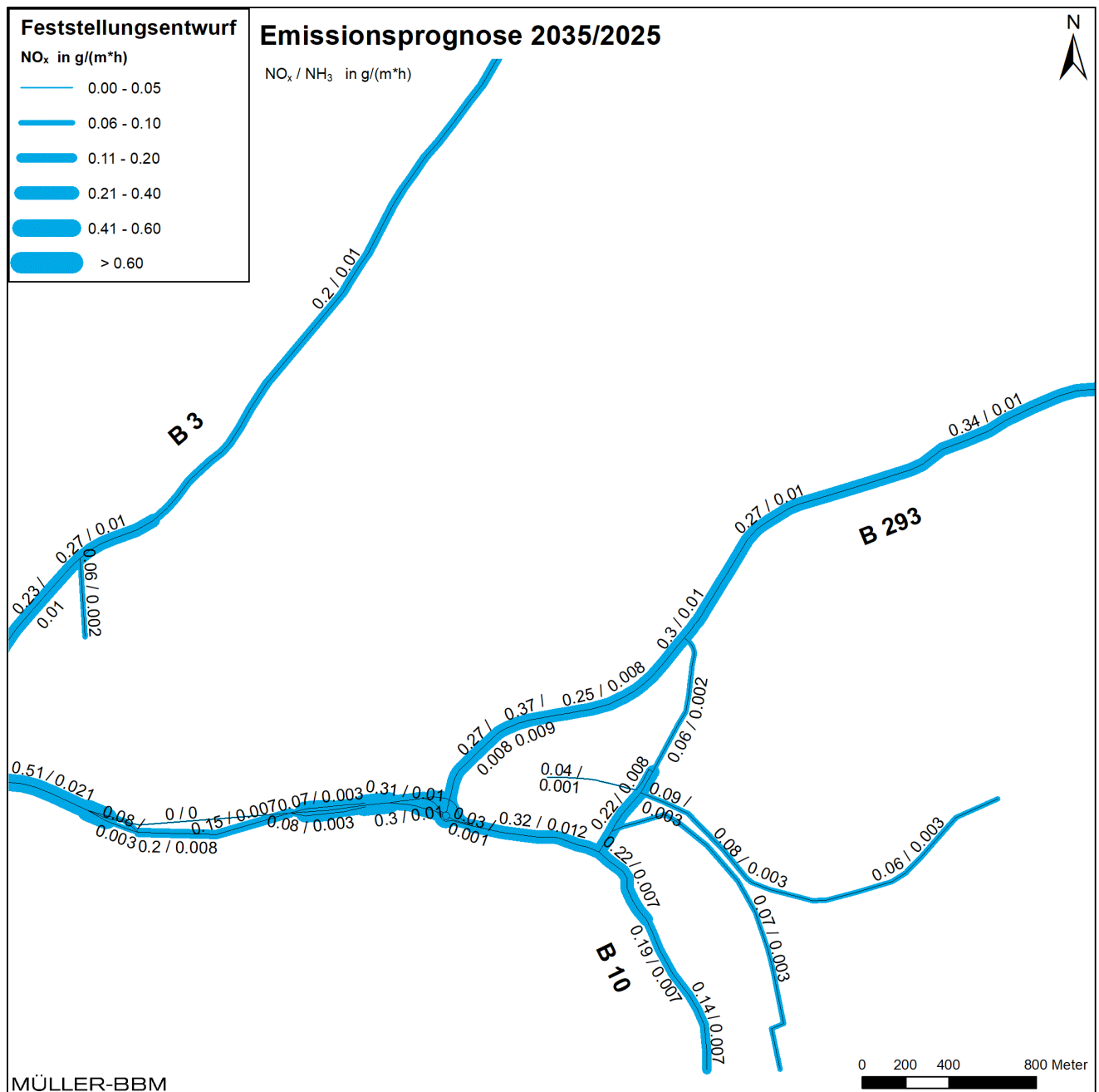


Abbildung 19. Planfall FE Prognose 2035 – Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

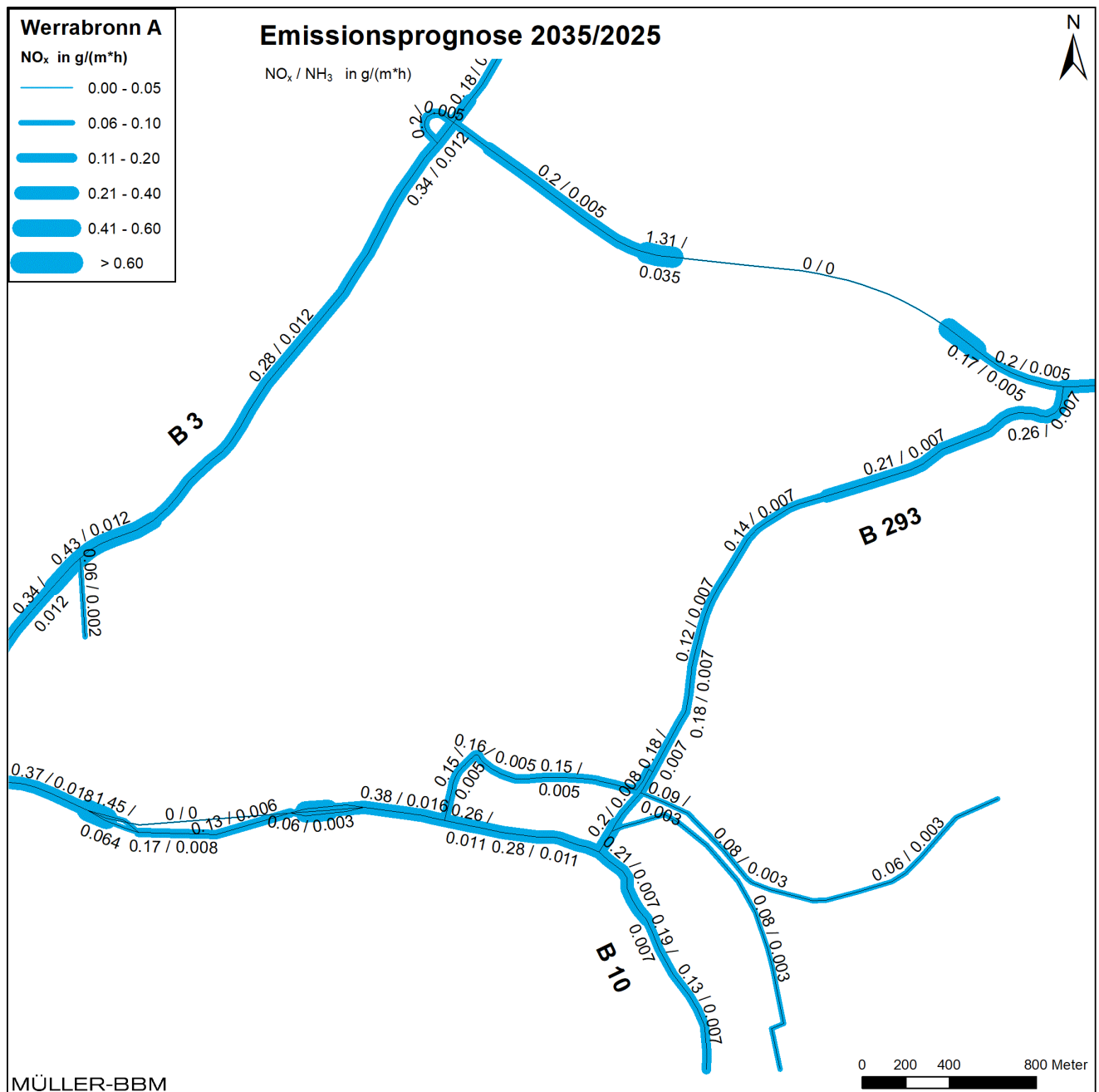


Abbildung 20. Planfall Werrabronn A Prognose 2035 – Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

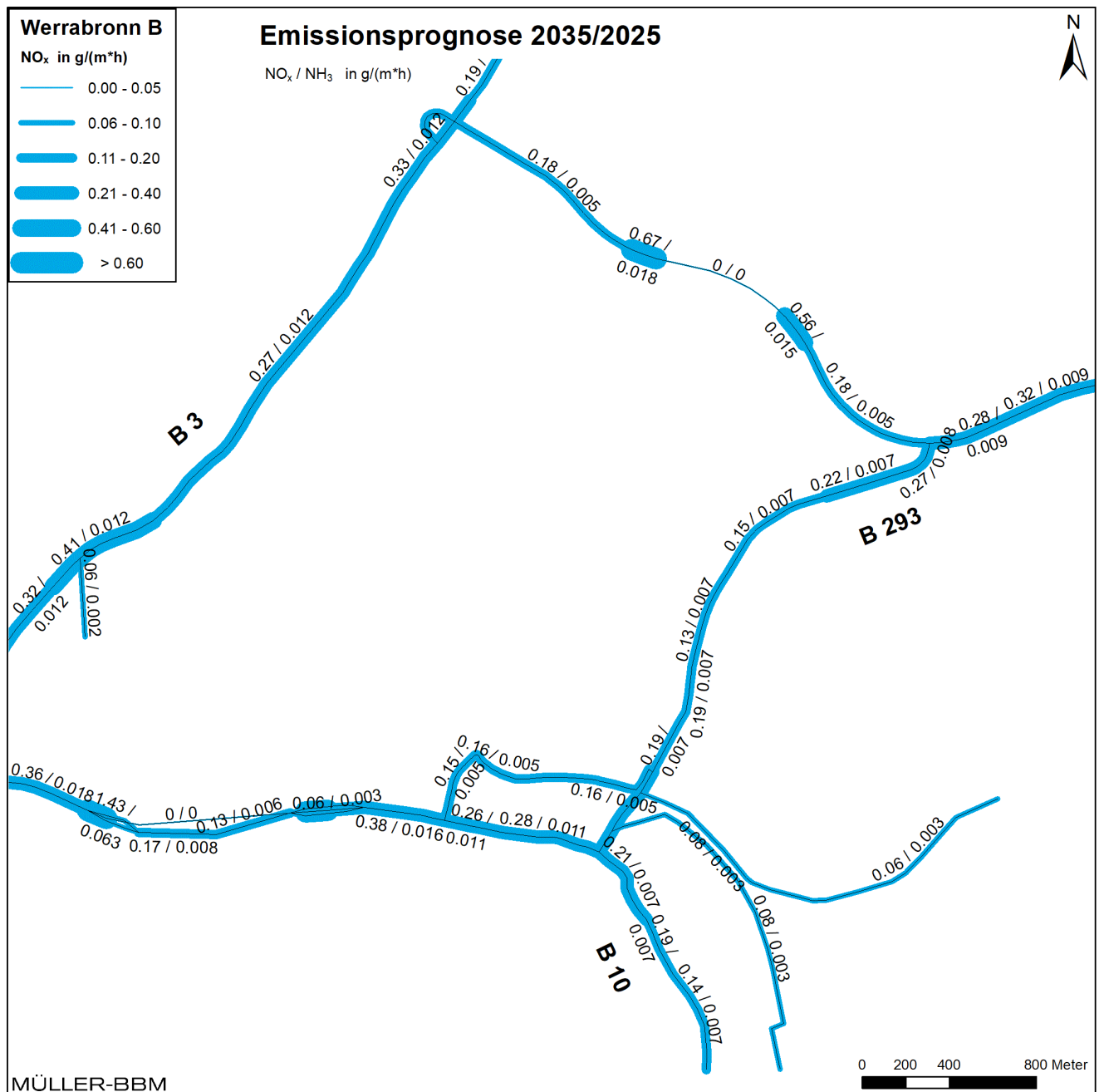


Abbildung 21. Planfall Werrabronn B Prognose 2035 – Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

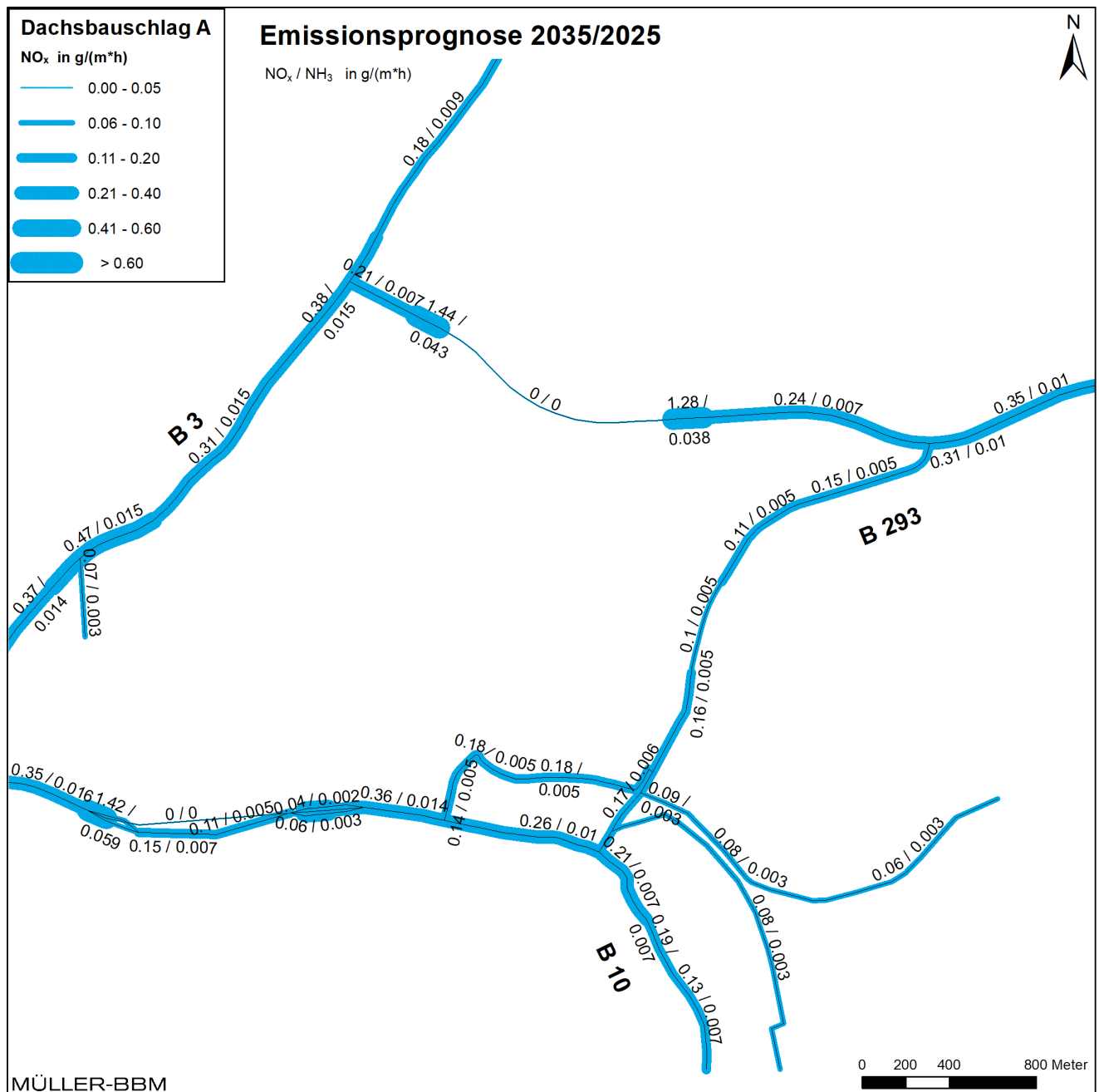


Abbildung 22. Planfall Dachsbauschlag A Prognose 2035 – Jahresmittlere Emissions-
quellstärken Straßenverkehr ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

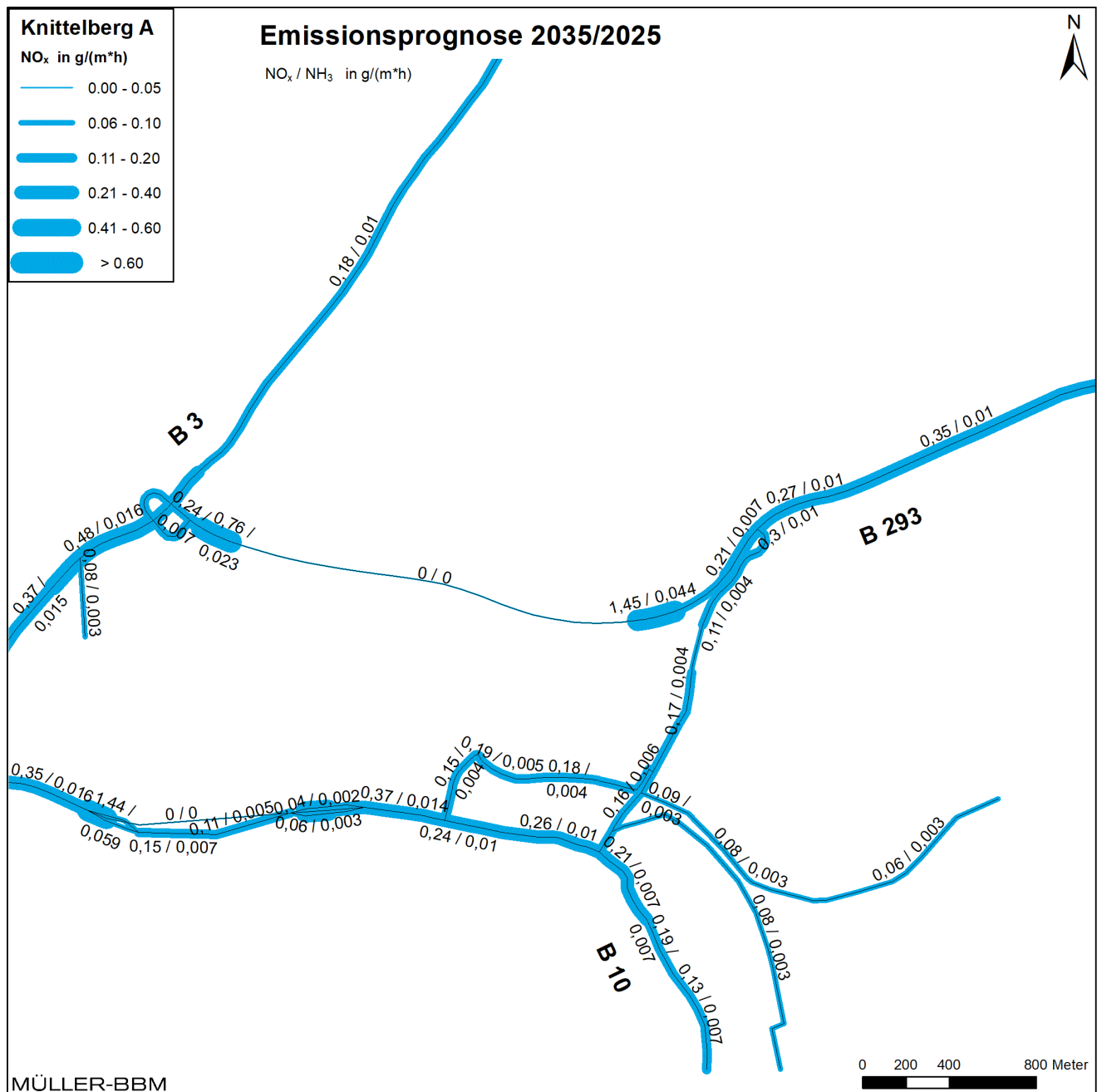


Abbildung 23. Planfall Knittelberg A Prognose 2035 – Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

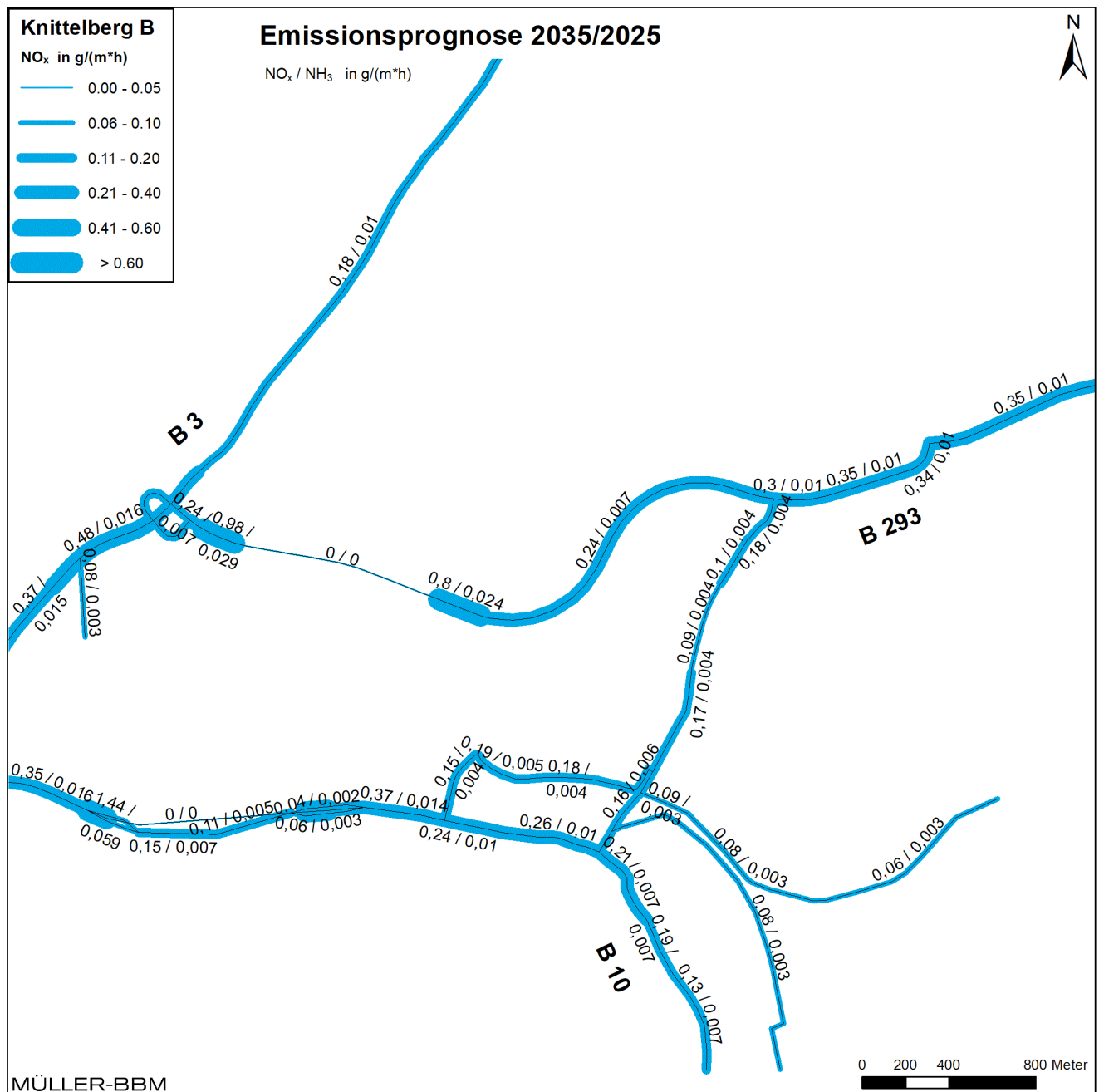


Abbildung 24. Planfall Knittelberg B Prognose 2035 – Jahresmittlere Emissionsquellstärken Straßenverkehr ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

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 25).

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 25) 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 [10] mit $d_0 = z_0 \times 6$.

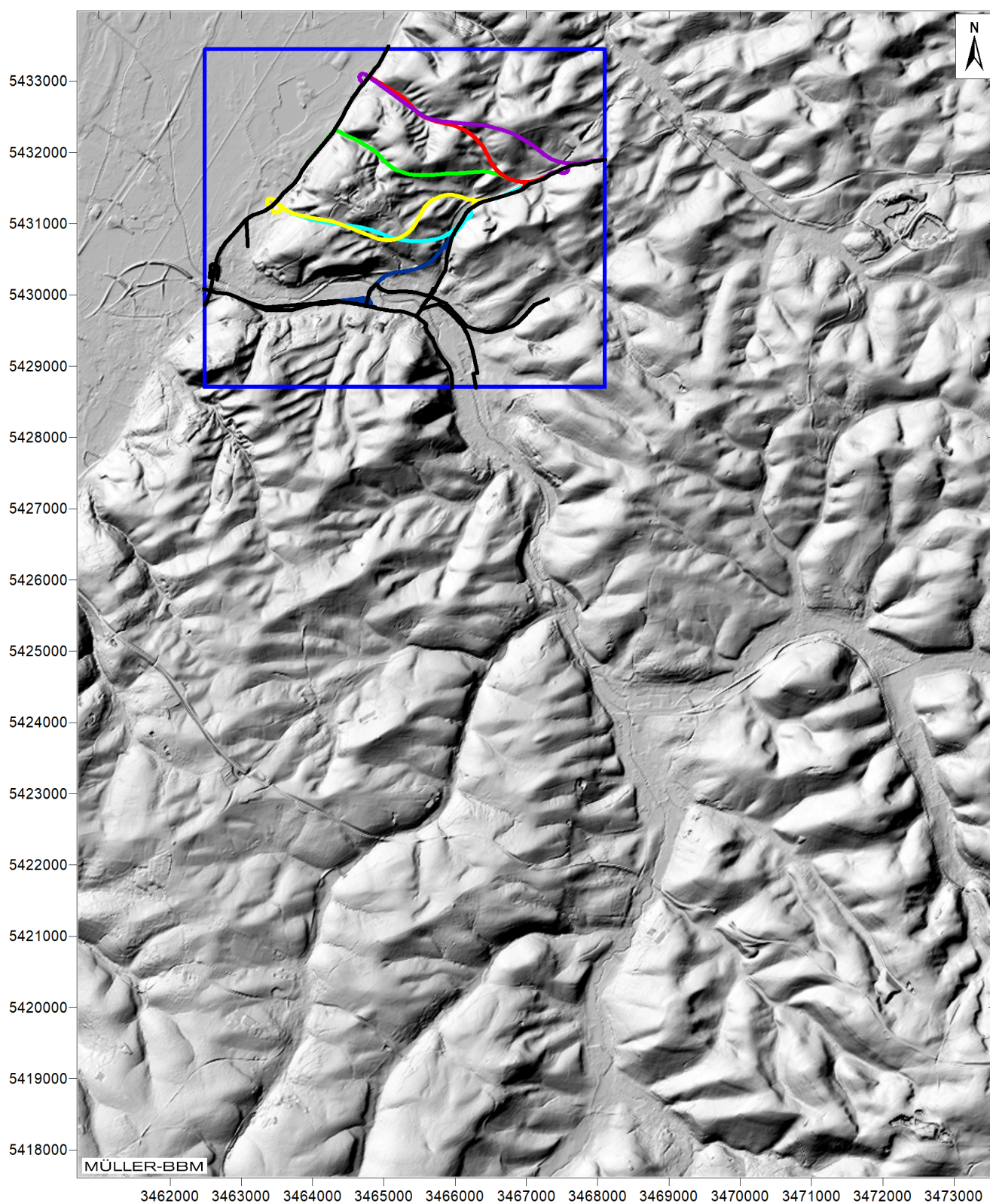


Abbildung 25. Geländere relief im erweiterten KLAM21-Rechengebiet mit Abgrenzungen des LASAT-Rechengebietes (blau) und berücksichtigten Straßenabschnitten (Nullfall schwarz, Planfälle farbig).

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 verwendet [16].

Die Topografie (insbesondere das Gelände 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 26 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 [26] bestimmt.

Entsprechend den Untersuchungen in [12] treten im Untersuchungsgebiet regelmäßig Kaltluftabflüsse von den Hanglagen in die Täler auf. Abbildung 27 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der synthetischen Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) in Tallage für die Koordinaten RW 3465000, HW 5430000. In beiden synthetischen Ausbreitungsklassenstatistiken sind die Kaltluftabflüsse in den Stabilitätsklassen I + II mit unterschiedlichen Häufigkeiten abgebildet.

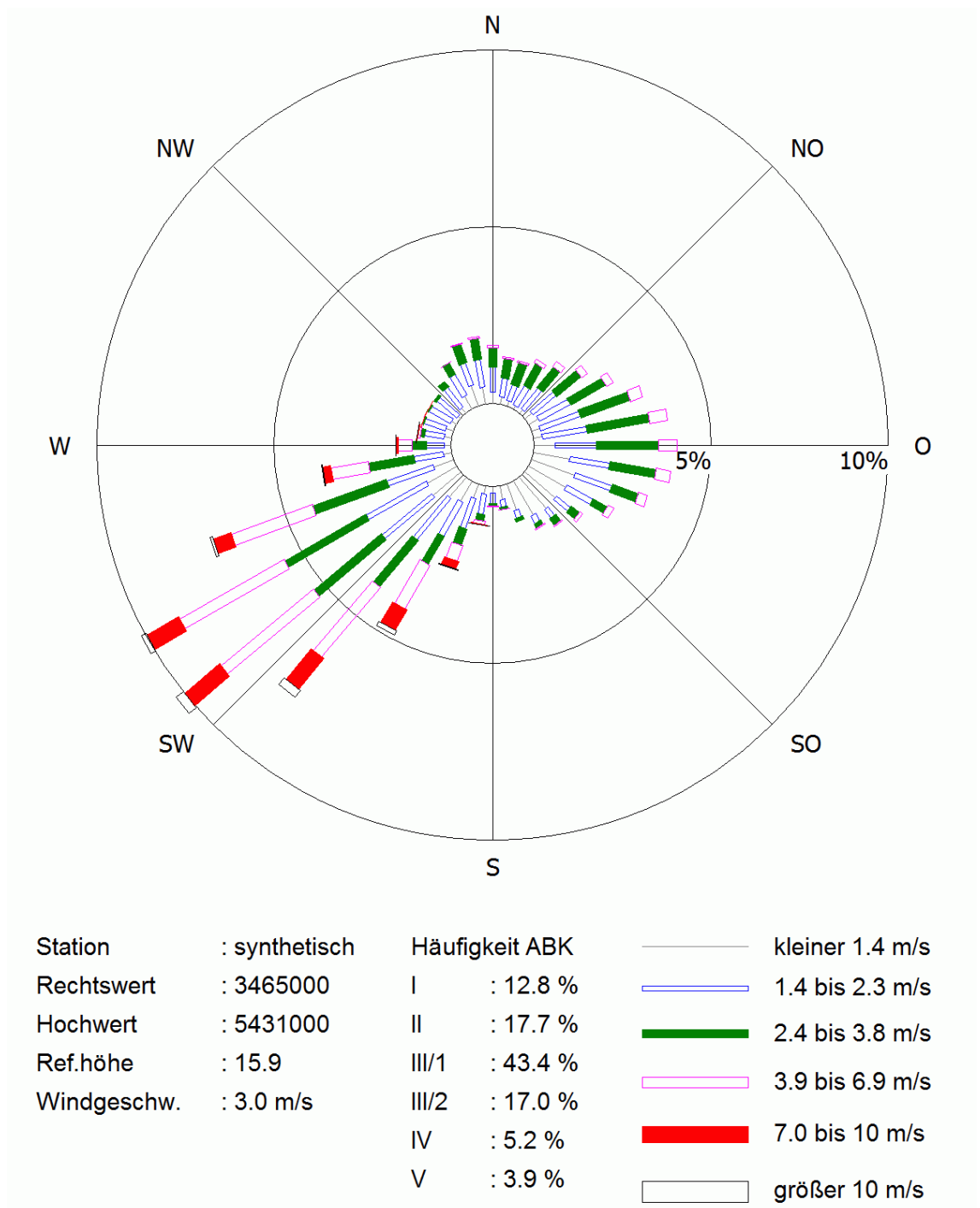


Abbildung 26. AKS Kuppenlage – Häufigkeitsverteilungen von Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen [16]

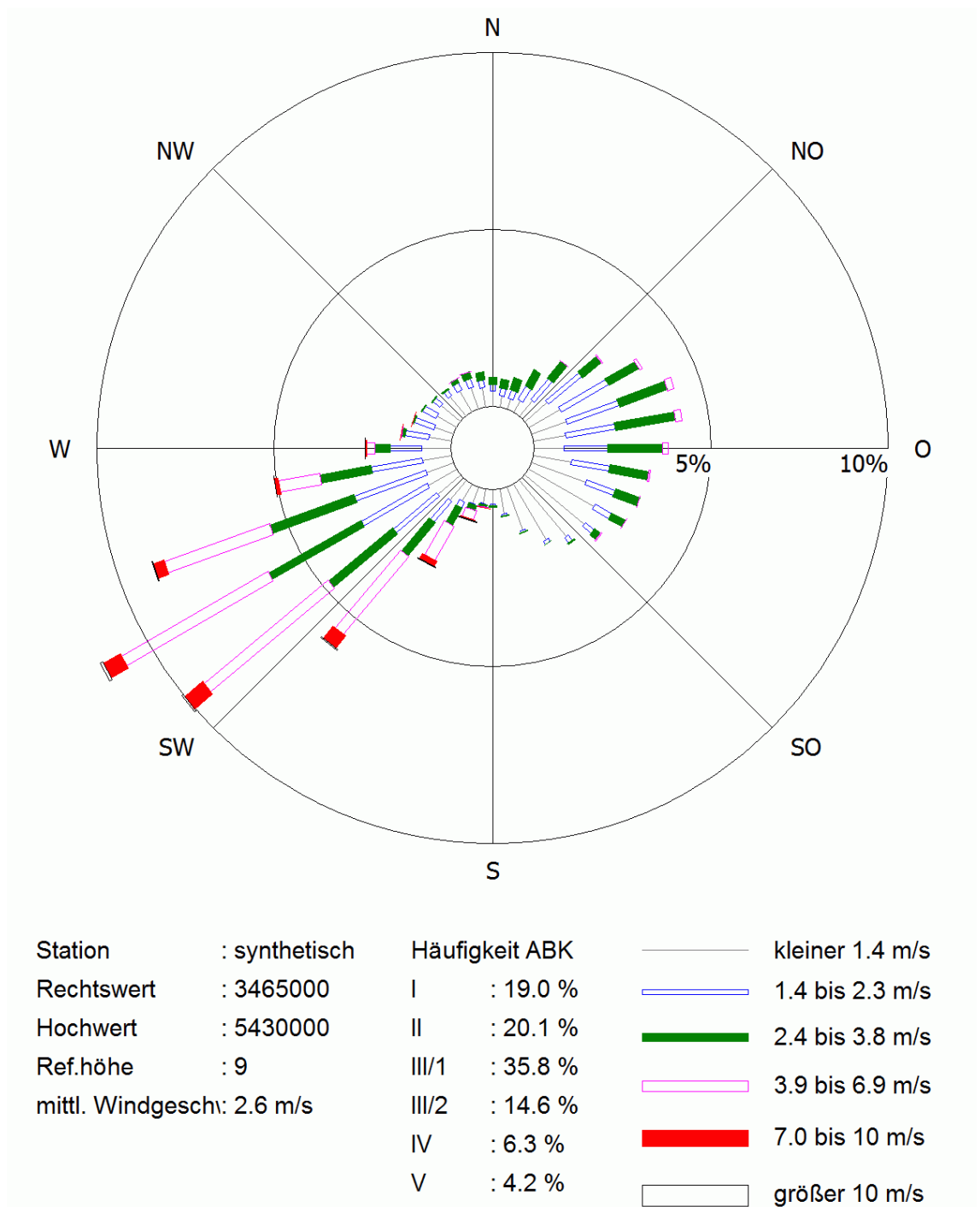


Abbildung 27. AKS Tallage – Häufigkeitsverteilungen von Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen [16]

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 26) berücksichtigt.

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 [8] 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 [7] und Landnutzungen [5] wurde ein digitales Geländemodell (Abbildung 25) 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 Untersuchungsgebiet bzw. das LASAT-Rechengebiet enthalten ist.

In Abbildung 28 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 29 zeigt die entsprechende Darstellung für den Ausschnitt des LASAT-Rechengebietes. Die ermittelten Kaltluftströmungen bilden die nach [12] 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 Ausbreitungsklassenstatistik mit den geringen Windgeschwindigkeiten in den Ausbreitungsklassen I (sehr stabil) und II (stabil) entsprechend Anhang 3 der TA Luft [10] identifiziert.

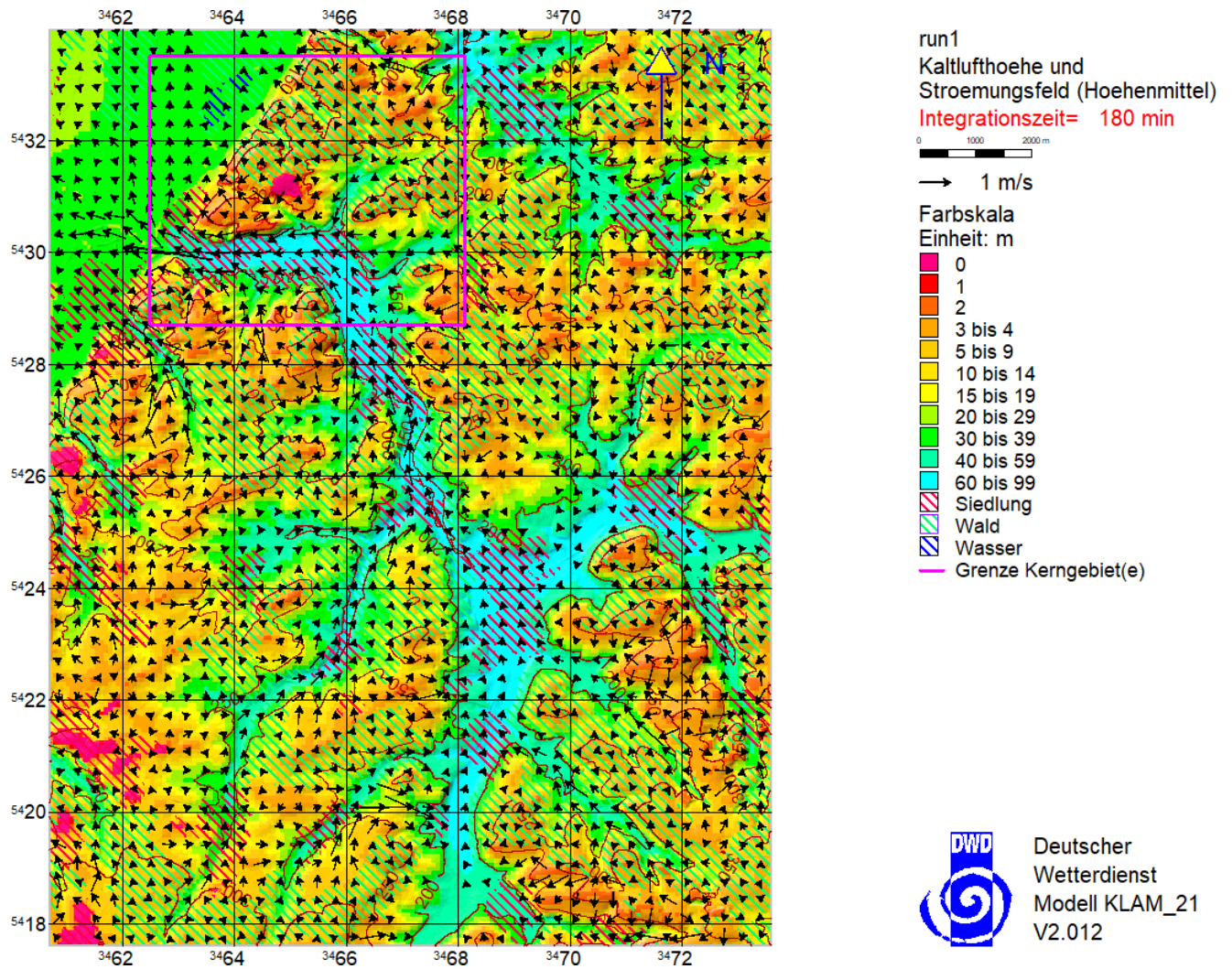


Abbildung 28. Kaltluftströmungsfeld und Kaltluftschichtdicken bei ausgeprägter Kaltluftsituation, der innere Ausschnitt des LASAT-Rechengebietes ist markiert.

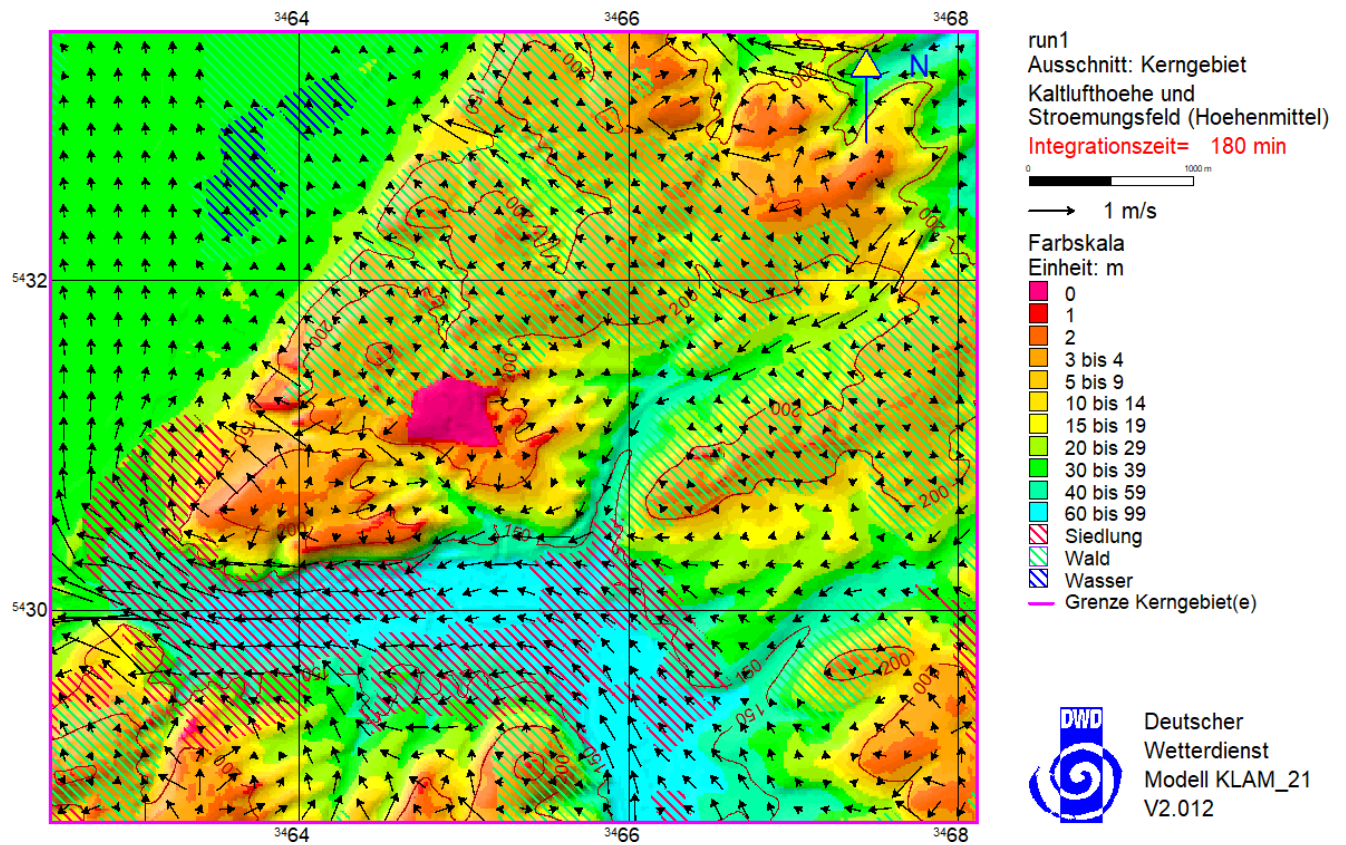


Abbildung 29. Kaltluftströmungsfeld und Kaltluftschichtdicken bei ausgeprägter Kaltluftsituation, Ausschnitt LASAT-Rechengebiet.

4.7 Stickstoff-Vorbelastung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes vom Umweltbundesamt über Einträge von Luftschadstoffen [18] [22] wurden u. a. Vorbelastungsdaten der Stickstoffdeposition (im Raster von 1 x 1 km²) 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 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 [17] [19] für das Jahr 2009. Darauf aufbauend erfolgte eine Korrektur durch die Walddepositions-messdaten aus Baden-Württemberg [27].

Seit 31.08.2020 sind im Daten- und Kartendienst der LUBW neue Karten der Stickstoffdeposition für Baden-Württemberg erschienen. *Die jetzt im ha-Raster aufgelösten Karten ersetzen die Interimslösung aus der nationalen Modellierung [28].*

Der Daten- und Kartendienst weist für die im Bereich der umliegenden FFH-Gebiete für die laut CORINE Land Cover dort vorliegenden Landnutzungsklassen folgende Werte für die Stickstoff-Hintergrunddeposition 2012-2016 aus (Abbildung 30 und Abbildung 31):

- | | |
|--|------------------|
| - FFH 6917343 (Weingartner Moor) | 13,5 kg N/(ha*a) |
| - FFH 7017342 (Knittelberg) | 15,8 kg N/(ha*a) |
| - FFH 6918311 (Deisental, nördlich B 293alt) | 13,6 kg N/(ha*a) |
| - FFH 6918311 (Wald bei Jöhlingen) | 15,7 kg N/(ha*a) |

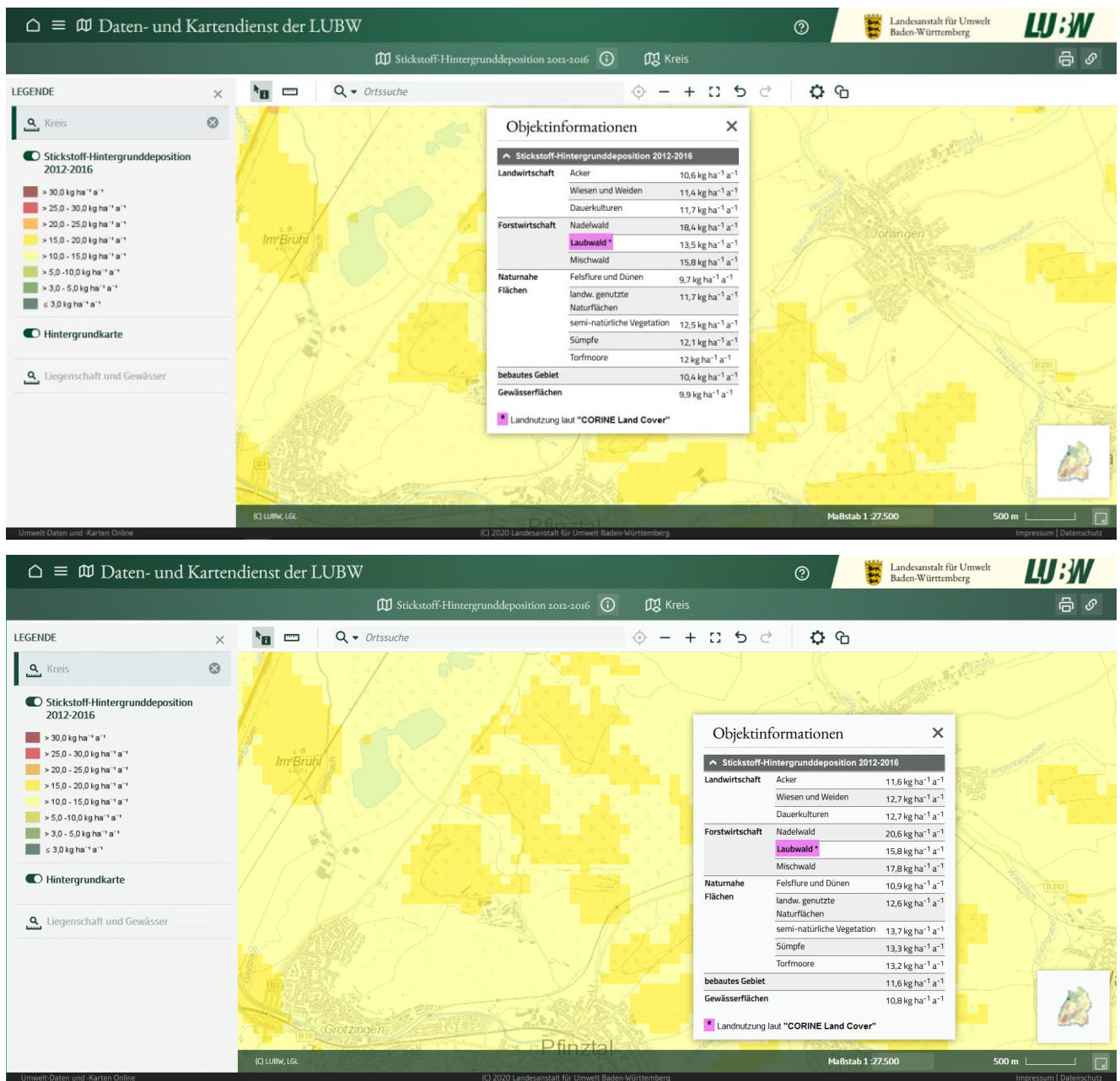


Abbildung 30. Stickstoff-Hintergrunddeposition 2012-2016, FFH 6917343 Weingartner Moor (oben) und FFH 7017342 Knittelberg (unten) LUBW [6], abgerufen am 27.11.2020.

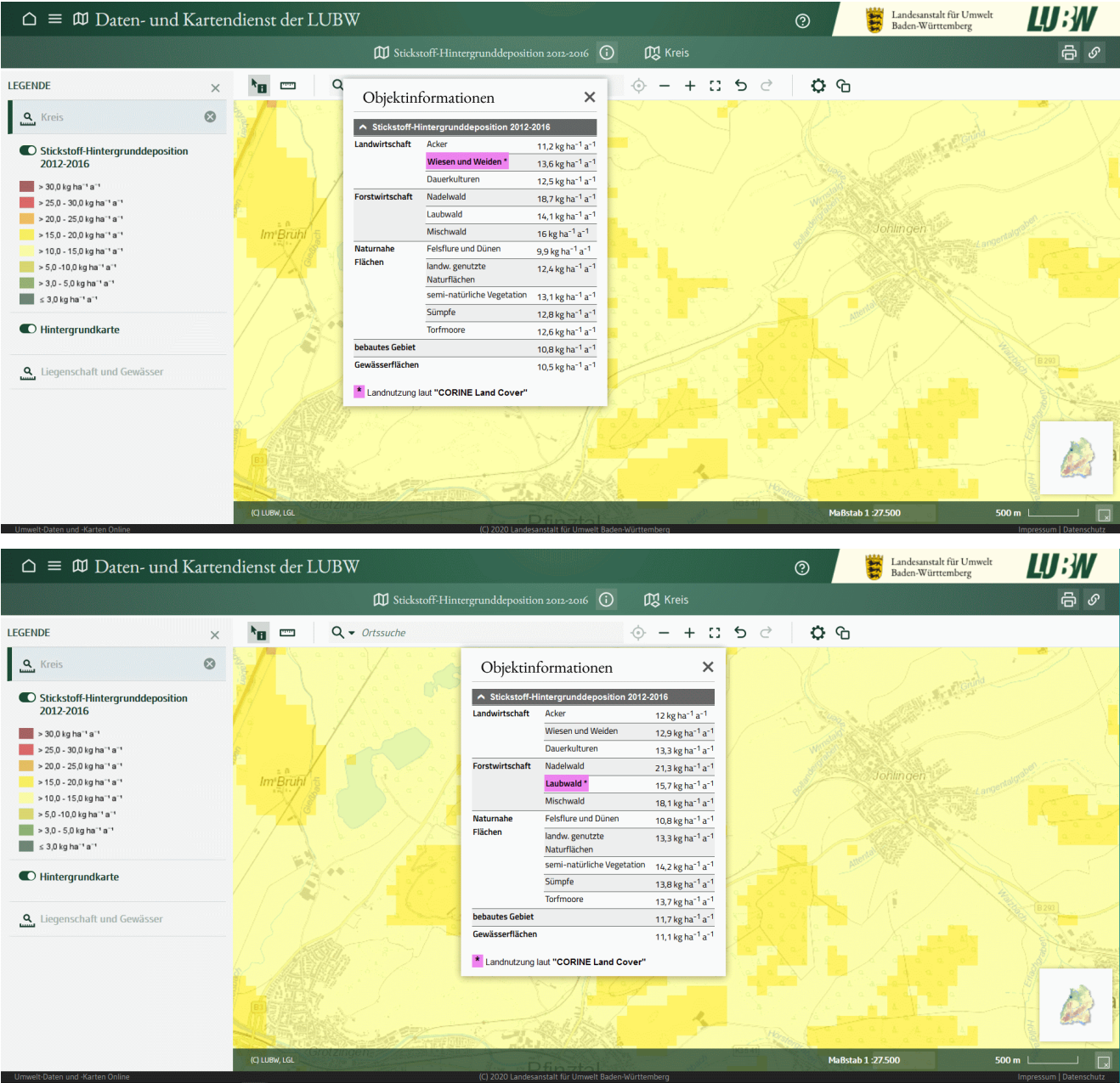


Abbildung 31. Stickstoff-Hintergrunddeposition 2012-2016, FFH 6918311 Deisental nördlich der B 293alt (oben) und FFH 6918311 Wald bei Jöhlingen (unten) LUBW [6], abgerufen am 27.11.2020.

5 Ergebnisse der Immissionsprognosen - Stickstoffeinträge

Mit dem Ausbreitungsmodell LASAT [8] wurden unter Berücksichtigung der Schadstoffemissionen (Abschnitt 4.2), der Topografie (Abschnitt 4.4) sowie der meteorologischen Daten (Abschnitt 4.5) und der Kaltluftströmungen (Abschnitt 4.6) die Immissionszusatzbelastungen ermittelt.

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

Die für die Prognosen Nullfall und Planvarianten ermittelten verkehrsbedingten N-Depositionen zeigen Abbildung 32 bis Abbildung 38. Die Stickstoffeinträge aus anderen Quellen (z. B. Landwirtschaft) sind in der Vorbelastung (Abschnitt 4.7) enthalten und werden durch das Vorhaben nicht beeinflusst.

Von den für die jeweilige Planvariante ermittelten N-Depositionen wurden für jede Zelle des Rechengitters die für die Prognose Nullfall ermittelten N-Deposition abgezogen. Diese Differenzen stellen die vorhabenbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeinträgen dar. Die für die betrachteten Planvarianten ermittelten vorhabenbedingten Zusatzbelastungen zeigen Abbildung 39 bis Abbildung 44.

Die in den Planvarianten 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 [29], insbesondere wird demnach die Differenz zwischen Planvariante und Nullfall nur für Werte größer als das zur Beurteilung dienende Abschneidekriterium von 0,3 kg N/(haxa) (Abschnitt 2.1) dargestellt.

Die Zunahmen der N-Depositionen sind längs der Trassen in Abständen größer als 300 m zur Trasse zumeist geringer als das Abschneidekriterium von 0,3 kg N/(haxa). In einigen Bereichen (v. a. an Tunnelportalen und an den Talausgängen in das Rheintal) gibt es jedoch weiter reichende „Fahnen“ mit planungsbedingt höheren Stickstoffeinträgen als 0,3 kg N/(haxa). Von vorhabenbedingten Zusatzbelastungen über 0,3 kg N/(haxa) betroffen sind die FFH-Gebiete 6917343 (Weingartner Moor), 7017342 (Knittelberg) und 6918311 (Deisental nördlich und Wald südlich der B 293alt bei Jöhlingen).

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

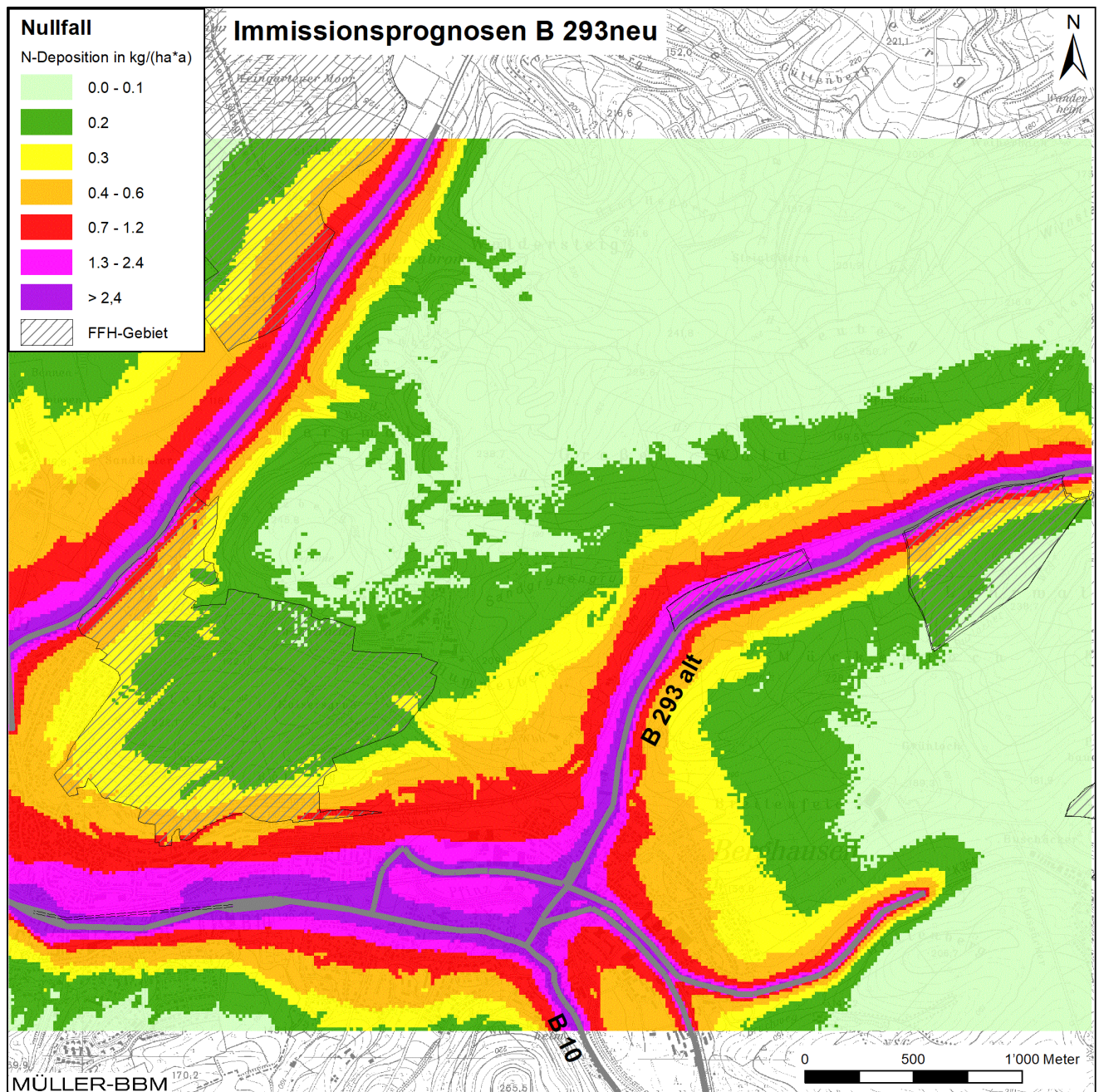


Abbildung 32. Prognose Nullfall 2035 – Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet, verkehrsbedingte Zusatzbelastung berechnet mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025, Kartengrundlage [30].

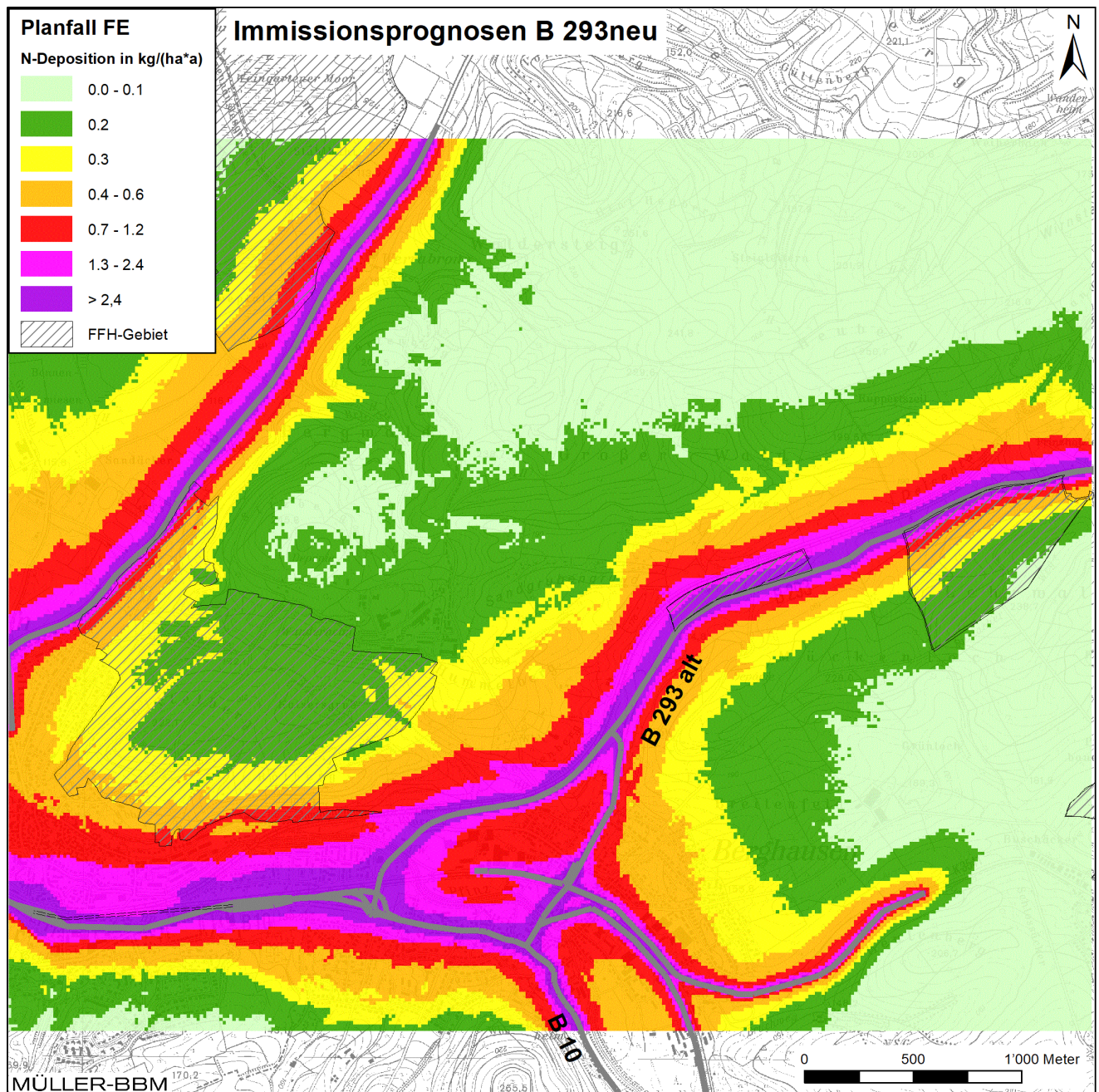


Abbildung 33. Prognose Planfall FE Prognose 2035 – Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet, verkehrsbedingte Zusatzbelastung berechnet im mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025, Kartengrundlage [30].

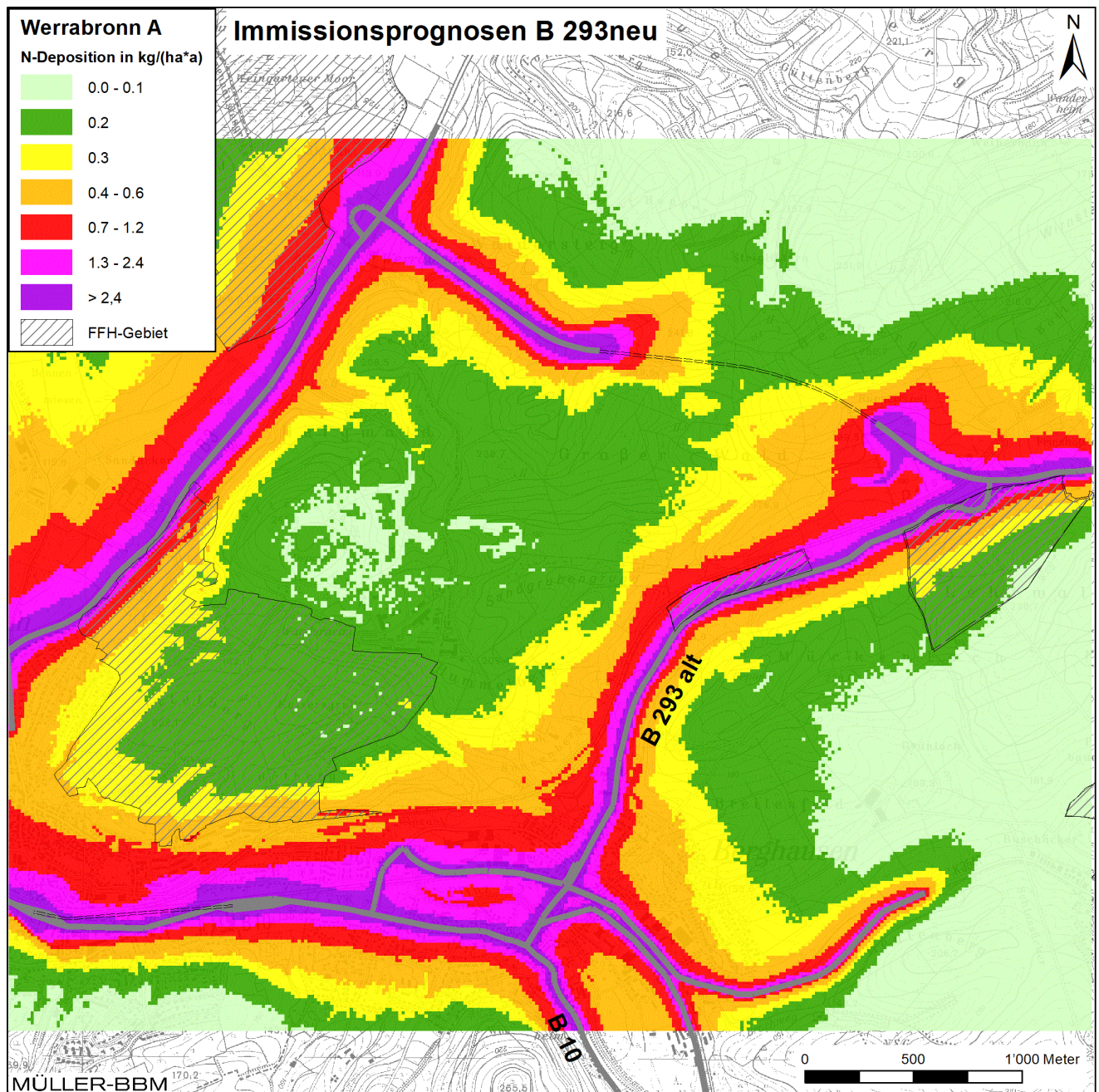


Abbildung 34. Prognose Planfall Werrabronn A Prognose 2035 – Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet, verkehrsbedingte Zusatzbelastung berechnet im mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025, Kartengrundlage [30].

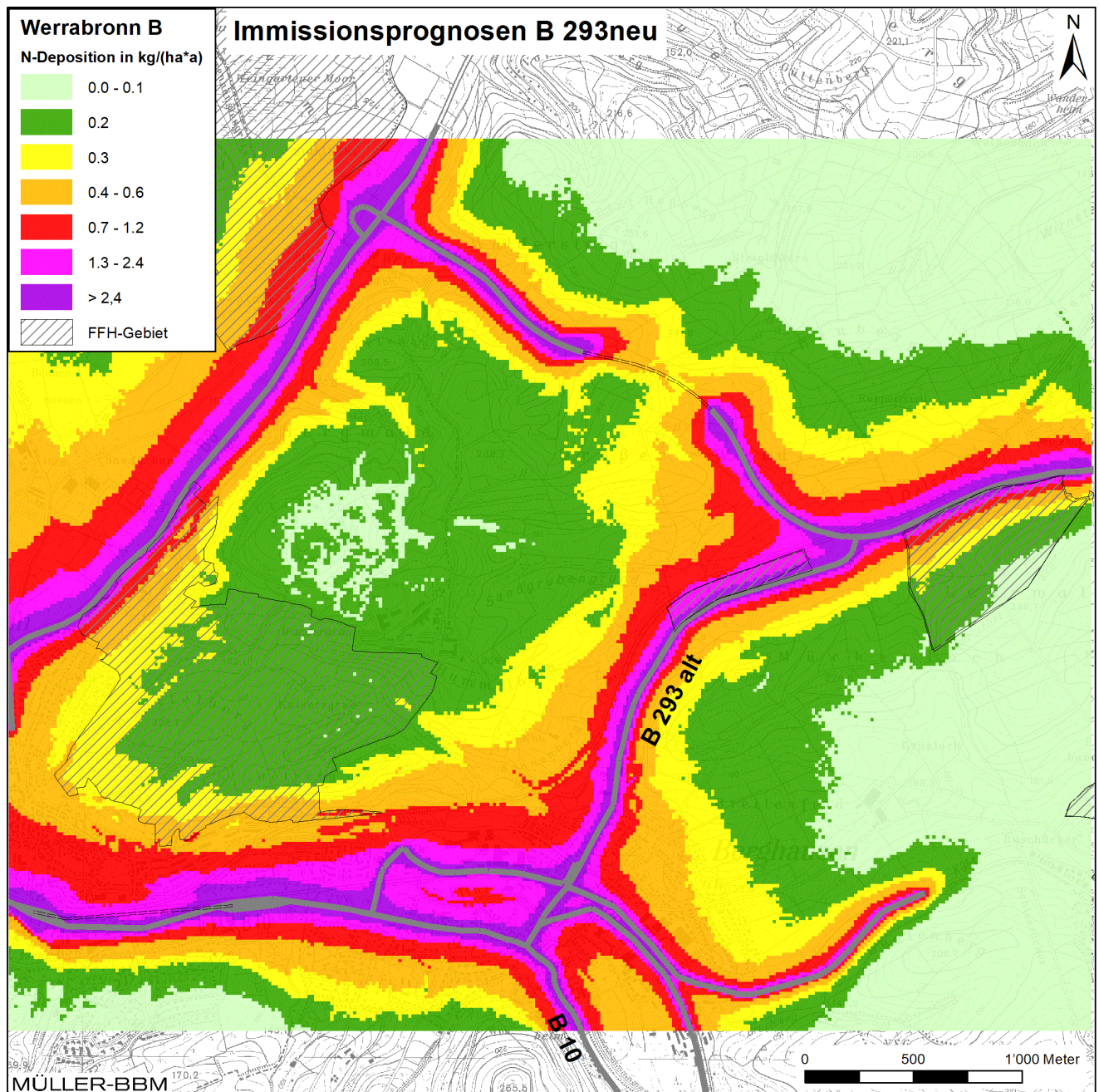


Abbildung 35. Prognose Planfall Werrabronn B Prognose 2035 – Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet, verkehrsbedingte Zusatzbelastung berechnet im mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025, Kartengrundlage [30].

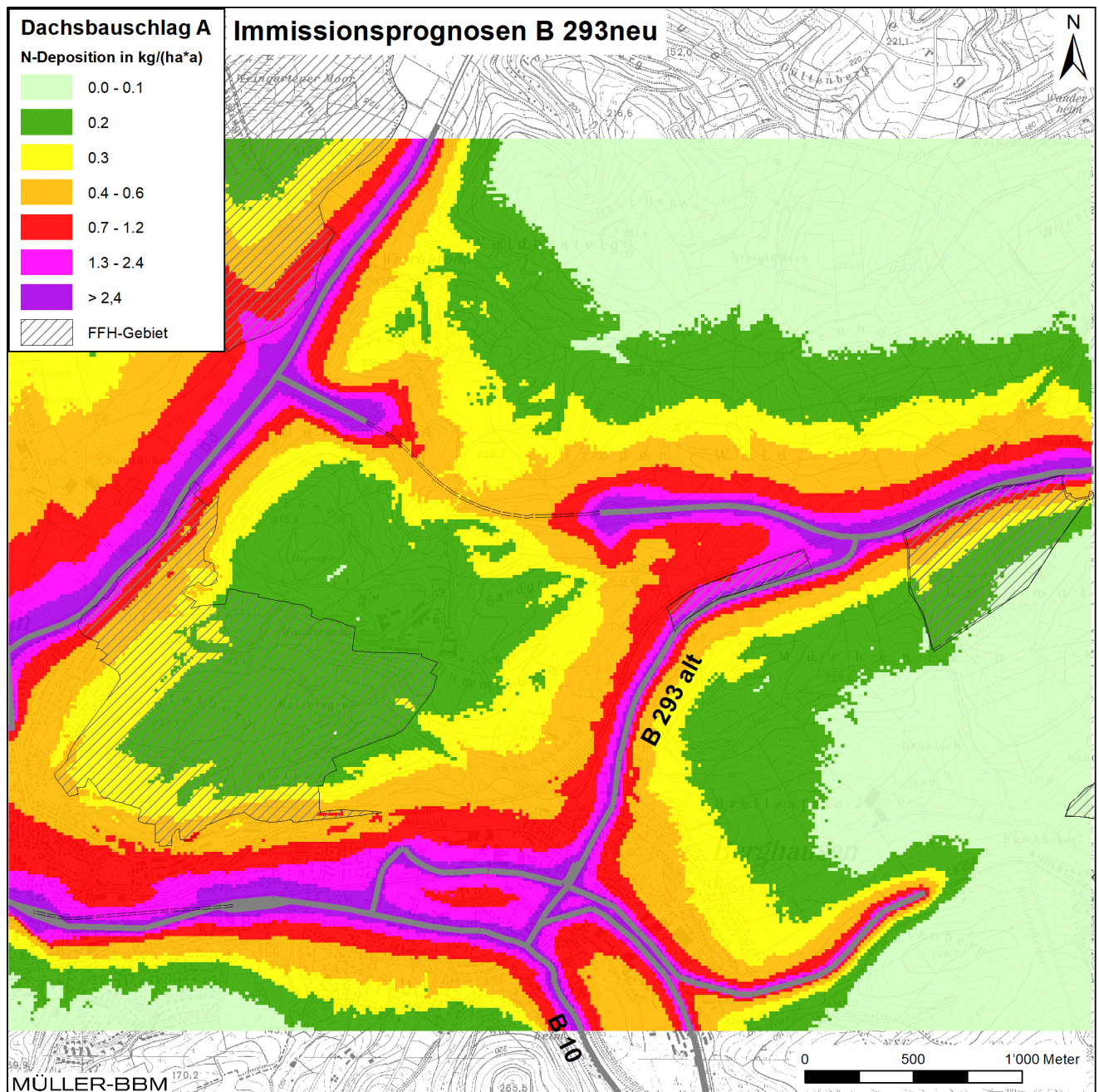


Abbildung 36. Prognose Planfall Dachsbauschlag A Prognose 2035 – Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet, verkehrsbedingte Zusatzbelastung berechnet im mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025, Kartengrundlage [30].

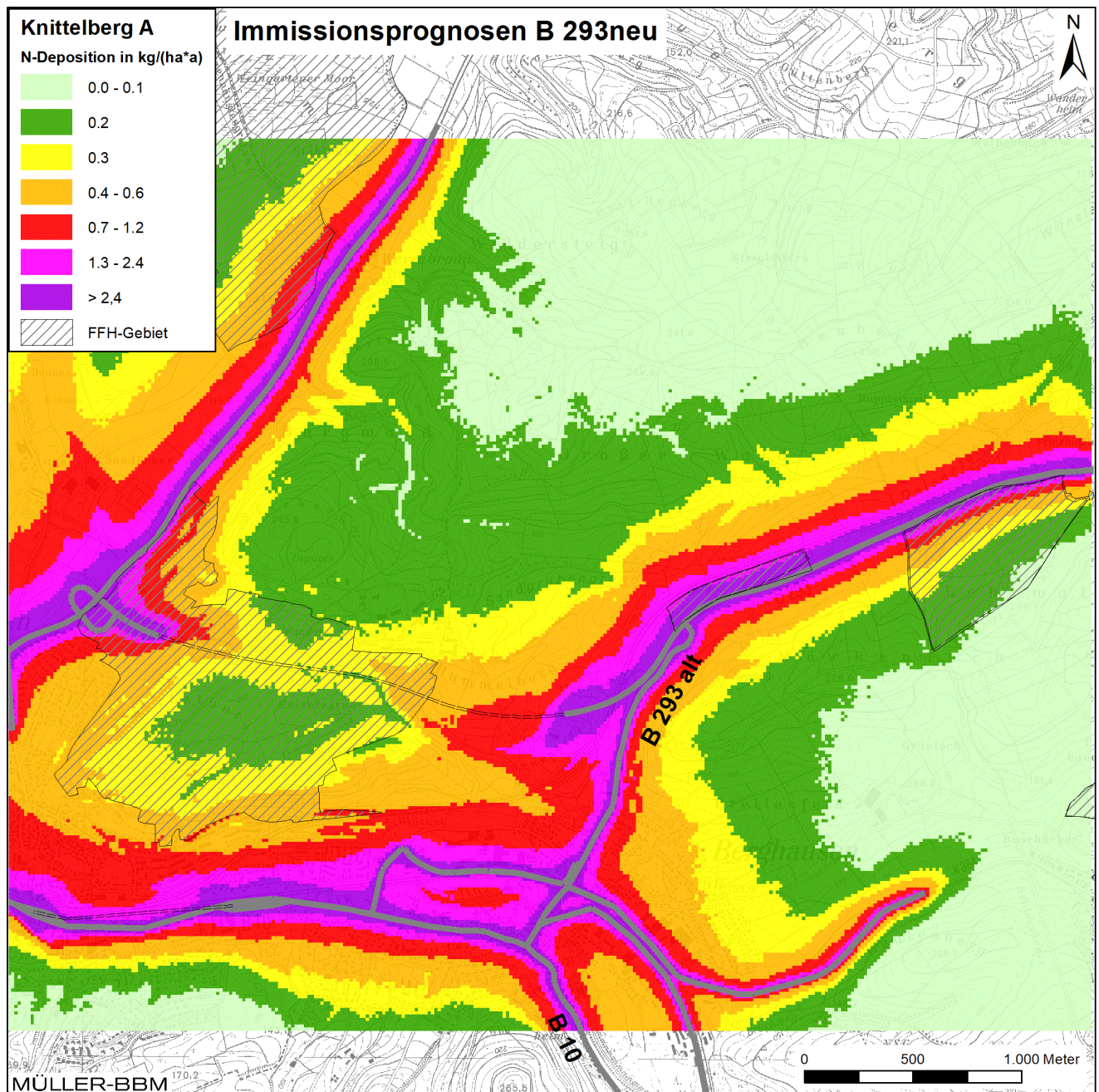


Abbildung 37. Prognose Planfall Knittelberg A Prognose 2035 – Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet, verkehrsbedingte Zusatzbelastung berechnet im mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025, Kartengrundlage [30].

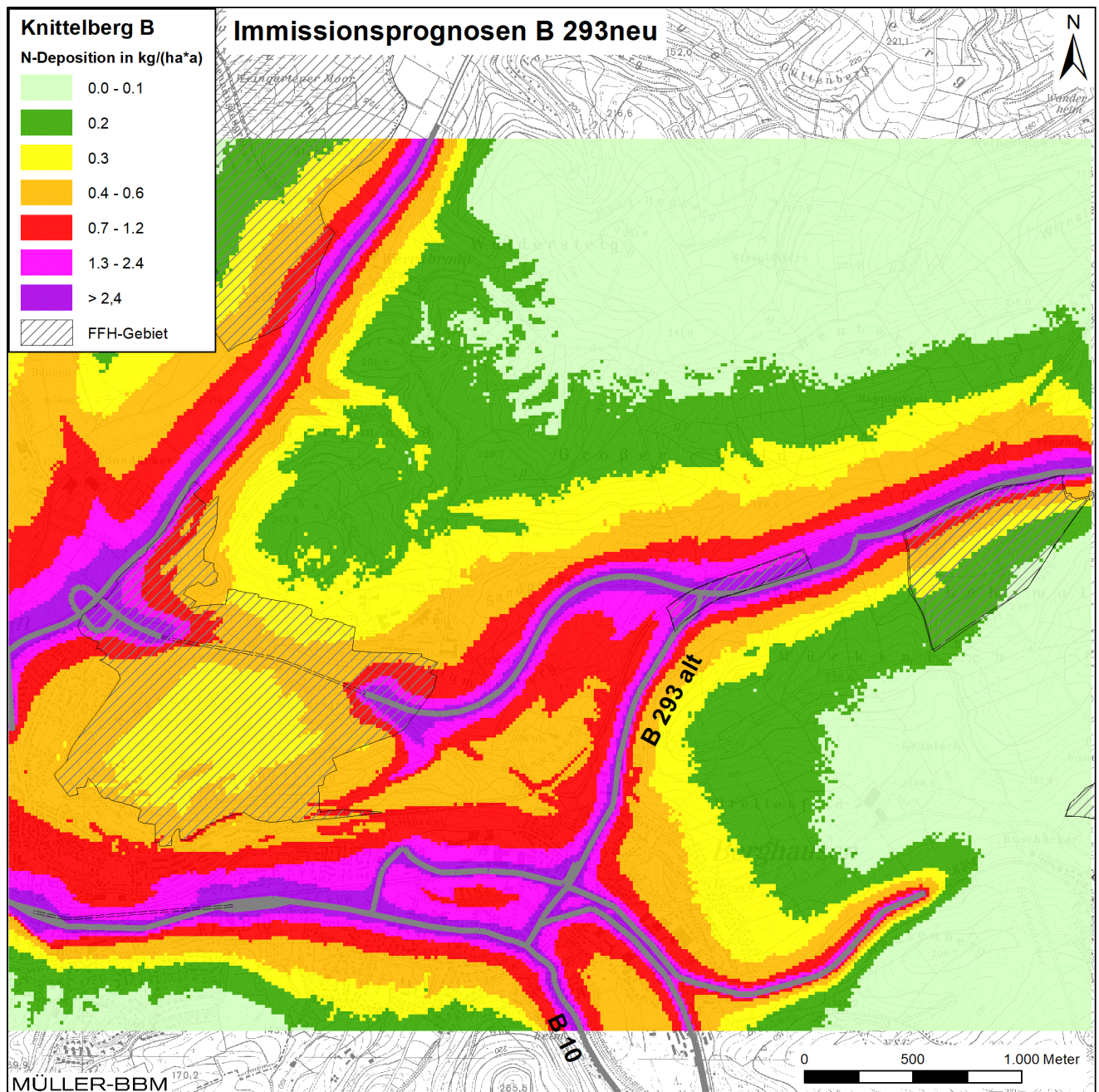


Abbildung 38. Prognose Planfall Knittelberg B Prognose 2035 – Stickstoffeintrag (N-Deposition) am Boden im Untersuchungsgebiet, verkehrsbedingte Zusatzbelastung berechnet im mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025, Kartengrundlage [30].

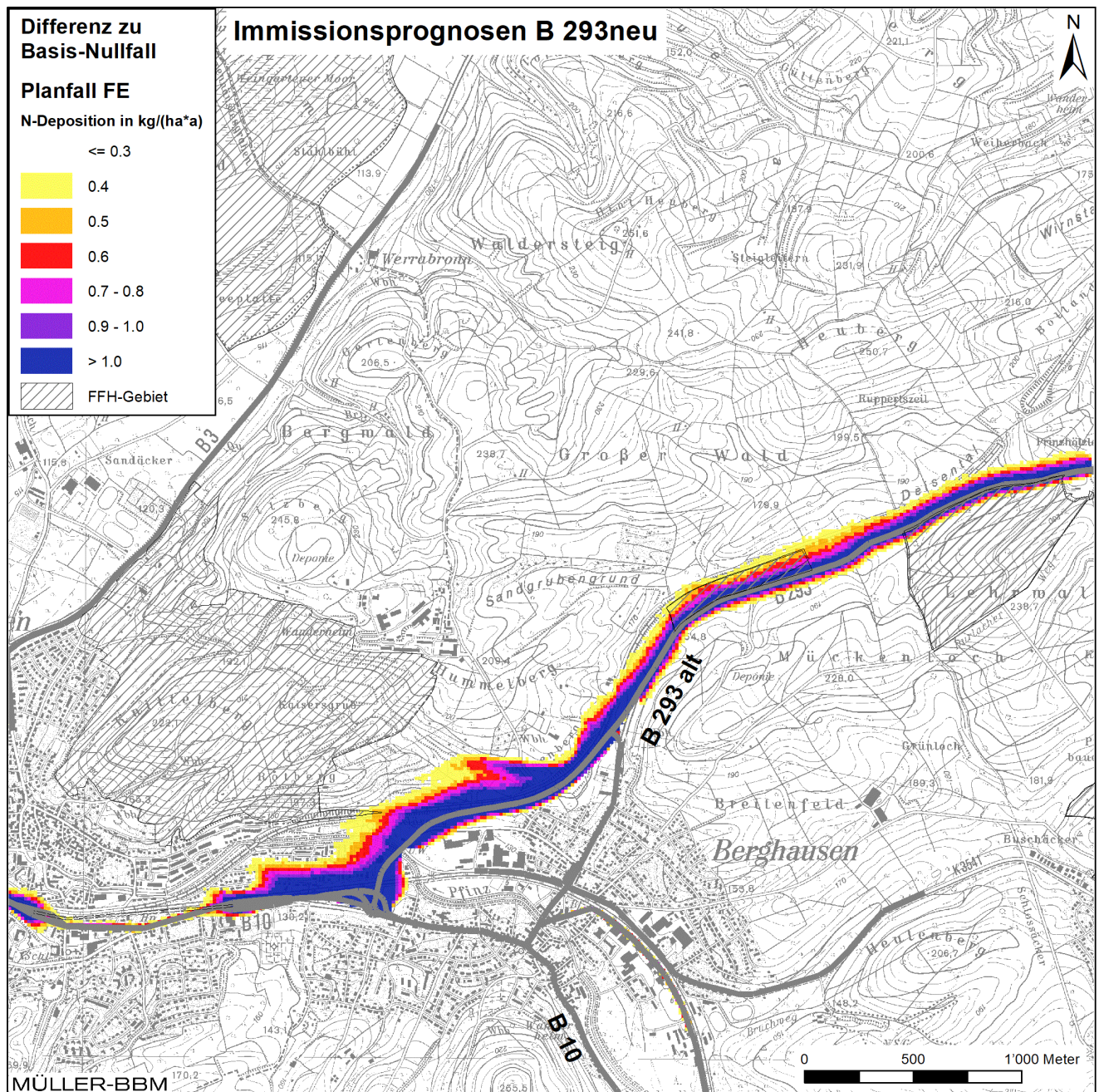


Abbildung 39. Vorhabenbedingte Änderung der Stickstoffeinträge im Planfall FE gegenüber der Prognose Nullfall, Kartengrundlage [30].

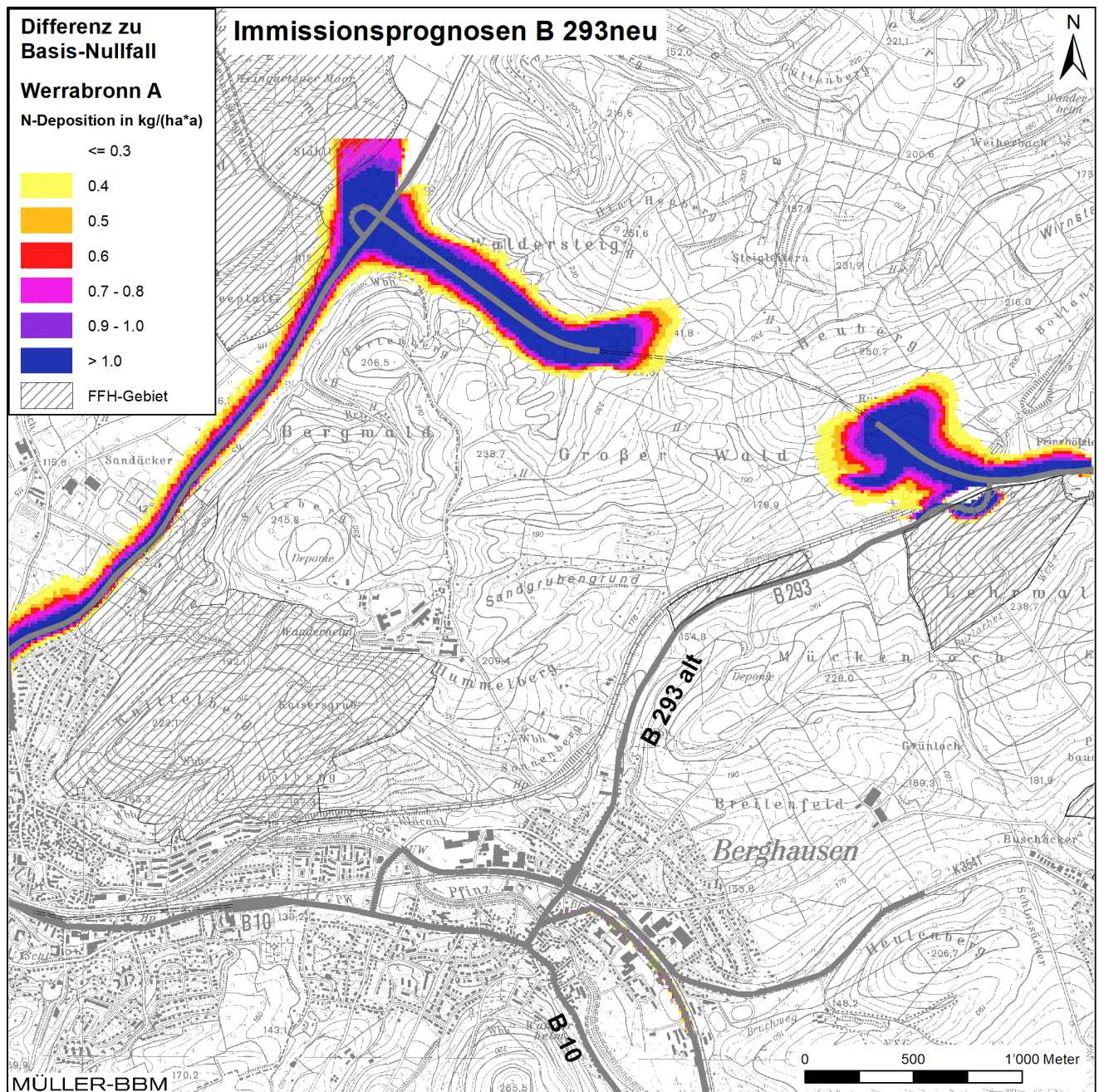


Abbildung 40. Vorhabenbedingte Änderung der Stickstoffeinträge im Planfall Werrabronn A gegenüber der Prognose Nullfall, Kartengrundlage [30].

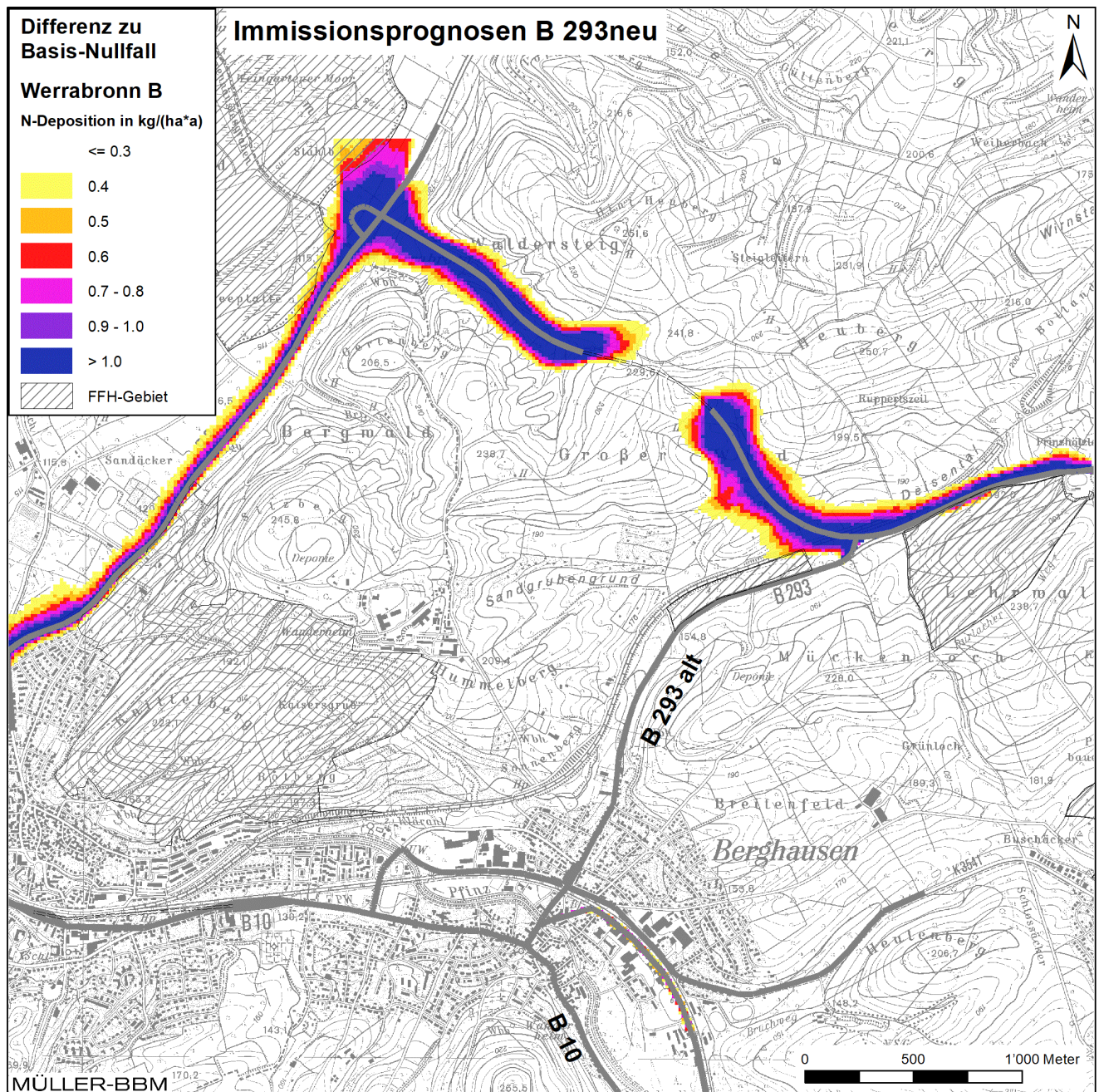


Abbildung 41. Vorhabenbedingte Änderung der Stickstoffeinträge im Planfall Werrabronn B gegenüber der Prognose Nullfall, Kartengrundlage [30].

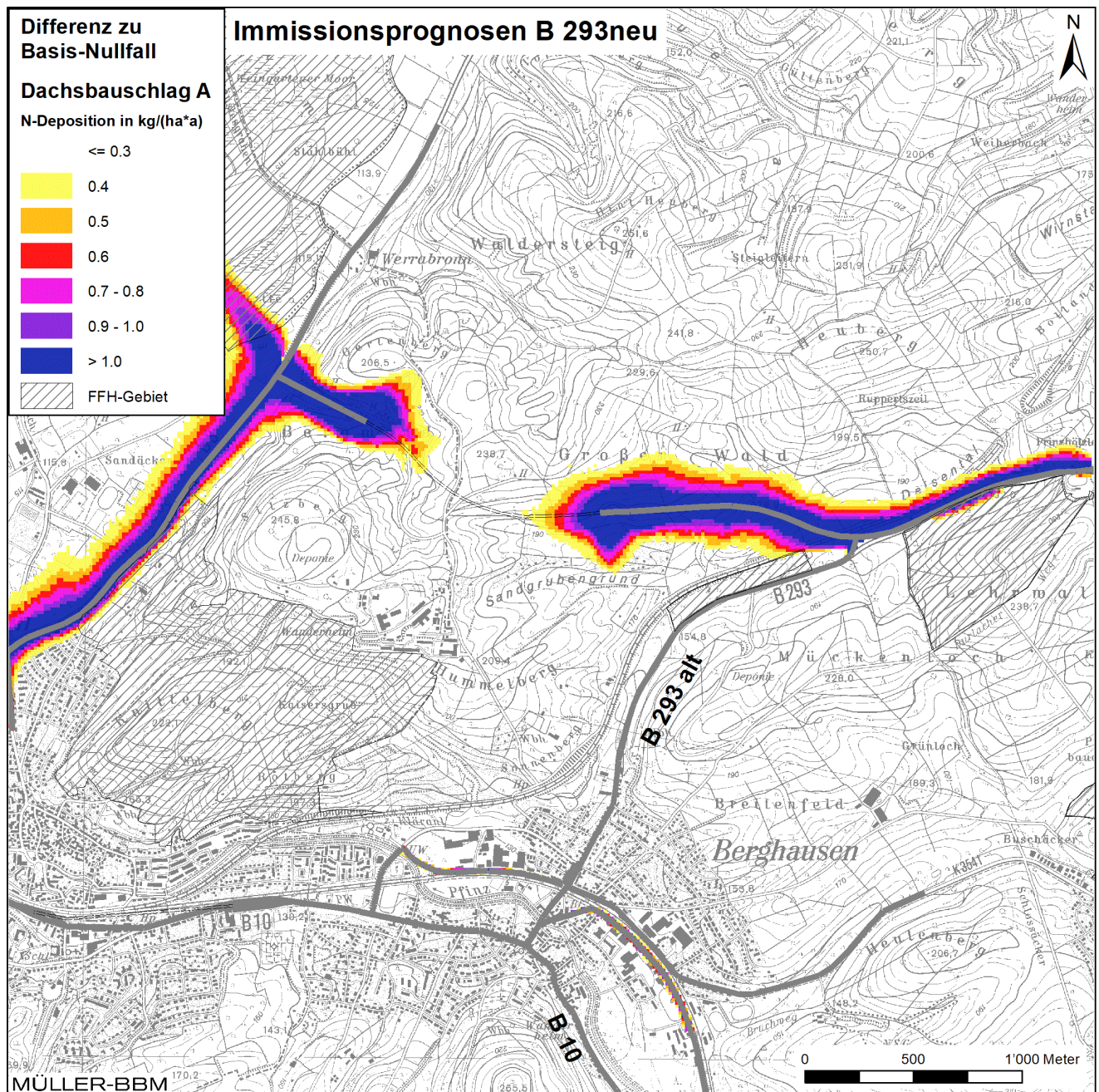


Abbildung 42. Vorhabenbedingte Änderung der Stickstoffeinträge im Planfall Dachsbauerschlag A gegenüber der Prognose Nullfall, Kartengrundlage [30].

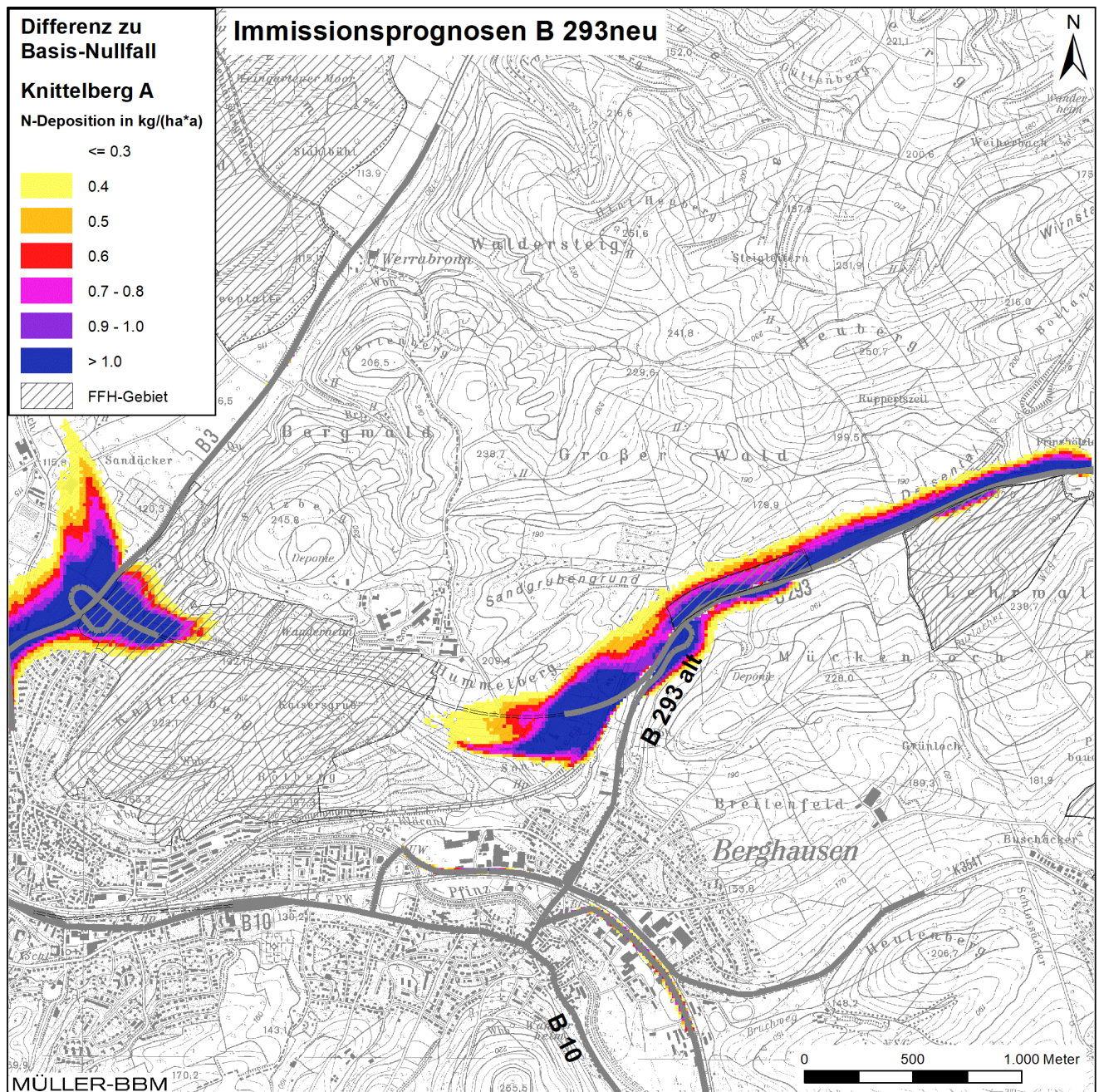


Abbildung 43. Vorhabenbedingte Änderung der Stickstoffeinträge im Planfall Knittelberg A gegenüber der Prognose Nullfall, Kartengrundlage [30].

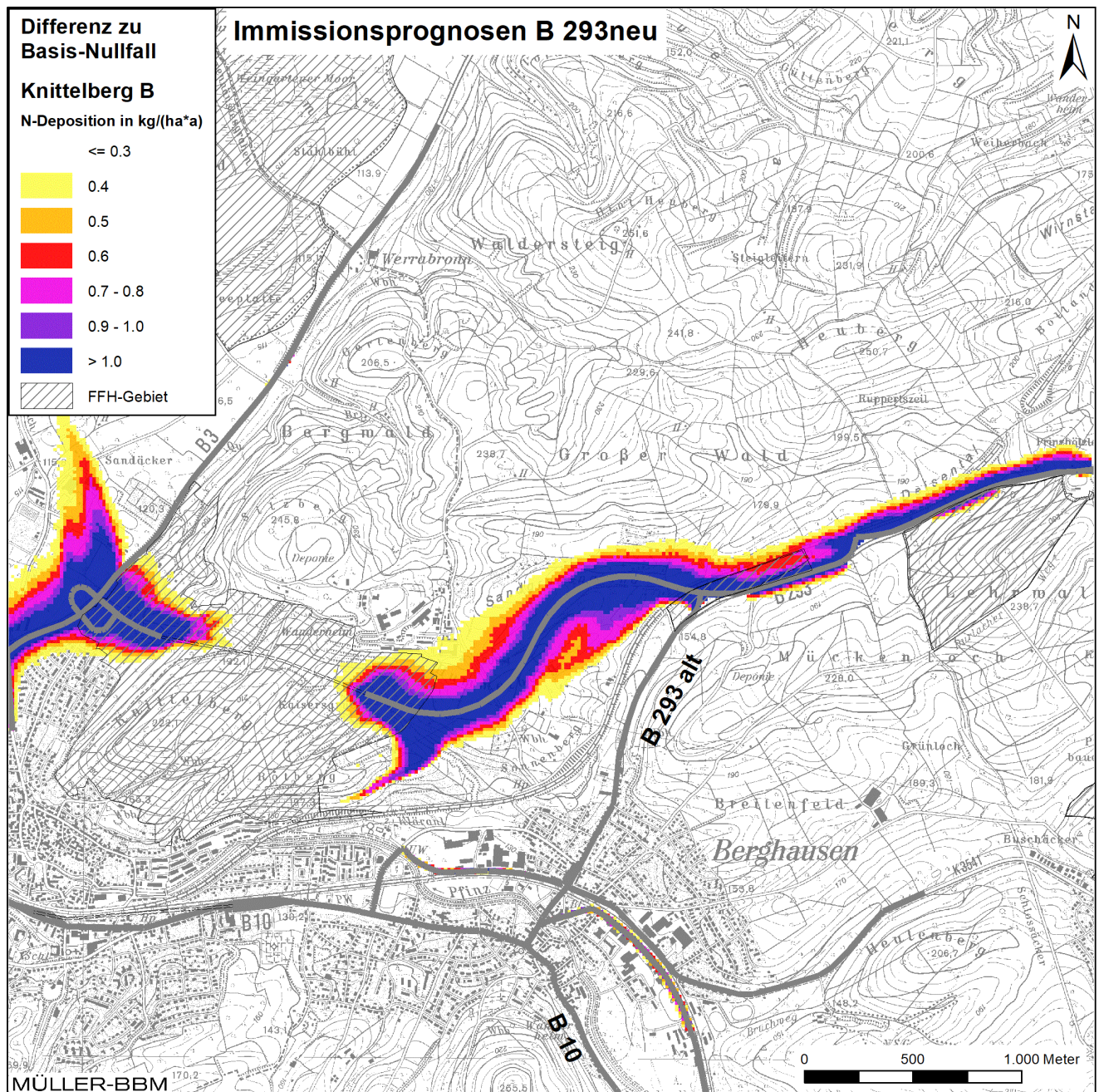


Abbildung 44. Vorhabenbedingte Änderung der Stickstoffeinträge im Planfall Knittelberg B gegenüber der Prognose Nullfall, Kartengrundlage [30].

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] B 293neu Ortsumfahrung Berghausen, Lufthygienische Untersuchung der Planvarianten zwischen B 3 und B 293 als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsstudie, Müller-BBM Bericht Nr. M154969/02, April 2020.
- [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.
- [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] Das Kaltluft-Abfluss-Modell KLAM_21 Version V2.012. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Juni 2013.
- [10] 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).
- [11] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 4.1, November 2019, INFRAS Bern/Zürich, <http://www.hbefa.net>.
- [12] Hang- und Bergwinde am Rheintalrand bei Karlsruhe. In: Meteorol. Rdsch. 41, S. 104-110. Heldt K. und Hörschele K., 1989.
- [13] Lageplan der Straßenplanung für die Trassenvarianten zwischen B 3 und B 293 alt, Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat 44 - Straßenplanung, übergeben 26.02.2020.
- [14] Lage- und Höhenpläne der Straßenplanung für den Feststellungsentwurf, Emch+Berger GmbH, Karlsruhe, Februar 2020.

- [15] Landesumweltamt Brandenburg: Vollzugshilfe zur Ermittlung der Erheblichkeit von Stoffeinträgen in Natura 2000-Gebiete, Stand: 18. April 2019.
- [16] Meteorologische Daten (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ausbreitungs-kategorie) 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.
- [17] Modellierung und Kartierung atmosphärischer Stoffeinträge und kritischer Belastungsschwellen zur kontinuierlichen Bewertung der ökosystemspezifischen 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.: Umweltbundesamt, Texte 61/2014, Dessau-Roßlau, December 2014.
- [18] 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 Umweltbundesamtes zu den Hintergrundbelastungsdaten Stickstoff, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Forschungskennzahl FKZ 3714 64 2010, i. A. des Umweltbundesamtes, Juli 2018.
- [19] 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.
- [20] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionsmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).
- [21] Ortsbesichtigungen am 18. und 19.02.2015 sowie am 14.02.2020 mit Fotodokumentation.
- [22] 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.
- [23] Richtlinie VDI 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2006.
- [24] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.
- [25] 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.

- [26] Richtlinie VDI 3783 Blatt 8: Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2017.
- [27] 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/>.
- [28] StickstoffBW (2020), LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/medienuebergreifende-umweltbeobachtung/stickstoffbw>.
- [29] Stickstoffleitfaden Straße - Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen H PSE, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2019.
- [30] Topografische Karten und Landnutzungsdaten, Regierungspräsidium Karlsruhe, Januar 2015.
- [31] Topographische Karte Baden-Württemberg, Maßstab 1:50.000, Geogrid®-Viewer V6, EADS Deutschland GmbH.
- [32] Verkehrsstärken an ausgewählten Verkehrs- und Spotmessstellen, Auswertung 2014, Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, September 2016, <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.
- [33] Verkehrsmonitoring Baden-Württemberg, Endergebnisse des Verkehrsmonitorings 2018, Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 9 Landesstelle für Straßentechnik, Stuttgart, <https://www.svz-bw.de>.
- [34] Verkehrsdaten aus der Verkehrsuntersuchung B 10 / B 293 Umgehung Berghausen – Jöhlingen, Fortschreibung, Stand 09/19, Koehler & Leutwein Ingenieurbüro für Verkehrswesen, Karlsruhe, übergeben am 11.03.2020.

Dr. rer. nat. Rainer Bösing