

**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D-76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG

LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN FÜR DAS GEPLANTE PRÜF- UND TECHNOLOGIEZENTRUM IMMENDINGEN

Auftraggeber: Daimler AG
IPS/PB1 B156
71059 Sindelfingen

Dipl.-Geogr. T. Nagel
Dipl.-Met. A. Moldenhauer
Dr.-Ing. Th. Flassak

Dr.-Ing. W. Bächlin

Stand 25.11.2013
Projekt 62228-12-02
Berichtsumfang 72 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG.....	5
3 VORGEHENSWEISE	7
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungswerte.....	7
3.1.1 Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit.....	7
3.1.2 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation	8
3.2 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT/KALM.....	9
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	11
4 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	14
4.1 Lageverhältnisse.....	14
4.2 Verkehrsdaten	14
4.3 Meteorologische Daten	19
4.4 Schadstoffhintergrundbelastung	21
5 EMISSIONEN	24
5.1 Betrachtete Schadstoffe.....	24
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	24
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	24
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	27
5.3 Emissionen für den Betrieb des Prüf- und Technologiezentrums	29
5.4 Emissionen des untersuchten Streckennetzes	31
6 IMMISSIONEN.....	32
6.1 Ergebnisse hinsichtlich dem Schutz der menschlichen Gesundheit	33
6.1.1 Stickstoffdioxidimmissionen.....	33
6.1.2 Feinstaubimmissionen (PM10)	42
6.1.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5).....	47

6.2 Ergebnisse hinsichtlich dem Schutz der Vegetation	48
6.2.1 Stickstoffoxidimmissionen.....	48
6.2.2 Stickstoffdeposition.....	51
7 LITERATUR	56
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	61
A2 AUSBREITUNGSMODELL LASAT	65
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE	67

Hinweise:

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z.B. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

Feinstaub / PM10 / PM2.5

Mit Feinstaub bzw. PM10 / PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen größe selektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Daimler AG plant die Realisierung eines Prüf- und Technologiezentrums im Bereich des bestehenden Standortübungsplatzes Immendingen.

Für die Bauleitplanung sind die zu erwartenden Auswirkungen durch die geplanten baulichen Nutzungsänderungen zu ermitteln und zu bewerten. Das betrifft u.a. die lufthygienischen Verhältnisse in bestehenden, benachbarten Siedlungen.

Die Ausbreitungsrechnungen wurden für die örtlichen Gegebenheiten mit dem Berechnungsverfahren PROKAS mit Einbindung des dreidimensionalen Strömungs- und Ausbreitungsmodells LASAT und der mit KALM modellierten Kaltluftabflüsse durchgeführt. Die Emissionsberechnung erfolgte auf der Grundlage der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010). Die Emissionen der Fahrzeuge aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im aktuellen HBEFA nicht behandelt. Die PM10- und PM2.5-Emissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung erfolgt auf der Grundlage von aktuellen Angaben der Fachliteratur.

In diesem Gutachten werden die Immissionen ermittelt, die durch den Kfz-Verkehr unter Berücksichtigung der vorherrschenden Hintergrundbelastung und der lokalen Windverhältnisse zu erwarten sind. Betrachtet werden die Immissionen für das Bezugsjahr 2017, dem frühesten Zeitpunkt der Realisierung der Planungen. Betrachtet werden die Schadstoffe NO₂ und Feinstaub (PM10 und PM2.5). Die Beurteilung erfolgt im Vergleich mit geltenden Beurteilungswerten, das sind Grenzwerte der 39. BImSchV, sowie im Vergleich zum Prognosenullfall.

Die Immissionsberechnungen zeigen, dass im Betrachtungsgebiet durch den Verkehr auf den Hauptverkehrsstraßen im Prognosenullfall teilweise deutliche Luftschadstoffbelastungen vorliegen. Das betrifft insbesondere Jahresmittelwerte der NO₂-Immissionen und die PM10-Kurzzeitbelastungen, wobei an bestehender Bebauung keine Grenzwertüberschreitungen prognostiziert werden. Der jeweilige Grenzwert für die PM10-Jahresmittelwerte, PM2.5-Jahresmittelwerte und die NO₂-Kurzzeitbelastung wird an der bestehenden Bebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Für den Prognosenullfall mit angenommener Vollausslastung der Kaserne sind an der bestehenden Bebauung entlang der B 311 vereinzelt Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes von 40 µg/m³ prognostiziert.

Im Planfall mit Betrieb des Prüf- und Technologiezentrums sind an den Ortsdurchfahrten im Zuge der B 311 gegenüber dem Prognosenullfall etwas höhere NO₂-Immissionen berechnet,

die dort jedoch keine Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes von 40 µg/m³ erwarten lassen. Innerhalb des Geländes des Prüf- und Technologiezentrums wurde der Einsatz von Dieselfahrzeugen mit der Emissionseinstufung EURO 6 berücksichtigt. Dort sind überwiegend, auch im Nahbereich der Streckenabschnitte, NO₂-Immissionen unter 32 µg/m³ prognostiziert. Nur im direkten Nahbereich von Rollenprüfständen sind höhere NO₂-Immissionen ausgewiesen, die an der benachbarten Bebauung jedoch nicht zu Grenzwertüberschreitungen führen. Bezogen auf den Betrieb des Prüf- und Technologiezentrums ist zu berücksichtigen, dass mit dem Einsatz von Benzinmotoren deutlich geringere NO₂-Immissionen verbunden sind.

Die PM₁₀-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind für den Prognosenullfall an der bestehenden Bebauung entlang den Straßen in Bezug auf den Grenzwert von 40 µg/m³ als mittel bis leicht erhöht zu bezeichnen. Der Schwellenwert von 29 µg/m³ zur Ableitung der PM₁₀-Kurzzeitbelastung wird an der bestehenden Bebauung im Betrachtungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten.

Für den Planfall mit Betrieb des Prüf- und Technologiezentrums sind hinsichtlich der PM₁₀-Immissionen innerhalb dieses Geländes teilweise deutliche Auswirkungen des Betriebs zu erwarten, vor allem in der Umgebung der Bereiche nicht befestigter Fahrwege mit entsprechenden werktäglichen Frequentierungen, die im Süden des Geländes mit großem Abstand zu bestehenden Siedlungen angenommen sind. An der nächstgelegenen Wohnbebauung von Immendingen sind PM₁₀-Immissionen unter 29 µg/m³ prognostiziert, die dort eine Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes erwarten lassen. An nächstgelegener Bebauung zu nicht befestigten Fahrstrecken im Gelände des geplanten Prüf- und Technologiezentrums sind gegenüber dem Prognosenullfall erhöhte PM₁₀-Immissionen nicht auszuschließen, die dort jedoch auch nicht zu Überschreitungen des PM₁₀-Kurzzeitbelastungsgrenzwertes führen.

Die prognostizierten PM_{2.5}-Immissionen liegen an der bestehenden Wohnbebauung bei allen betrachteten Fällen deutlich unter dem Grenzwert von 25 µg/m³ zum Schutz der menschlichen Gesundheit.

2 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Daimler AG hat im Jahr 2011 nach einer umfassenden und systematischen Standortsuche beschlossen, ihre Planungen für ein Prüf- und Technologiezentrum in Baden-Württemberg auf den Standort Immendingen zu fokussieren. Die im Zuge der Bundeswehrreform frei werdende Fläche der Oberfeldwebel-Schreiber-Kaserne und des angeschlossenen Standortübungsplatzes bietet auf mehr als 500 ha die Möglichkeit, alle vorgesehenen Anlagen und Einrichtungen eines Prüfzentrums zur Optimierung von Verbrennungsmotoren, zur Weiterentwicklung alternativer Antriebe und zur Verbesserung von Fahrsicherheitssystemen zu realisieren.

Die Inhalte der Planung begründen sich zu einem entscheidenden Teil in den funktionalen und technischen Entwicklungskonzepten der einzelnen Prüfmodule zur Fahrzeugerprobung. Die besondere Aufgabe dieser Konzeptentwicklungen besteht darin, die technisch-geometrischen Anforderungen an die Streckenanlagen und Prüfflächen mit den örtlichen Gegebenheiten von Topografie, Ökologie, Landschaftsbild und benachbarten Nutzungen bestmöglich in Einklang zu bringen.

Entsprechend der Bereichscharakteristik der Bestandssituation und auch der angestrebten Entwicklungs- und Nutzungsziele wird das Gesamtprojekt in einen hochbaulichen Teil und einen landschaftsbezogenen Teil differenziert. Gleichsam erfolgt eine Zweiteilung der Bebauungsplanung, bei der sich der Teilbereich „Hochbauzone“ im Wesentlichen auf das engere Kasernenareal mit circa 34 ha an der Landesstraße L 225 bezieht. Hier wird ein Technologiezentrum für differenzierte konzerneigene Nutzungen aus den Bereichen Forschung, Entwicklung und Kommunikation städtebaulich entwickelt. Im Teilbereich „Prüfgelände“ werden Flächen und Streckenanlagen zur Fahrzeugerprobung auf der knapp 500 ha großen Fläche des Standortübungsplatzes integriert.

Ziel der Gesamtentwicklung des Standorts Daimler AG in Immendingen ist die Realisierung einer dem Image der Firma entsprechenden, angemessenen Adresse, die sich durch ein attraktives großzügiges Entrée mit entsprechender Außenwirkung ebenso auszeichnet wie durch eine städtebauliche Ordnung und eine qualitätsvolle bauliche Umsetzung. Mit diesem Ziel wird die äußere Erschließung und innere Struktur des ehemaligen Kasernenareals in der angestrebten Konversion zum Firmengelände eines Weltkonzerns optimiert.

Für die Realisierung des Prüf- und Technologiezentrums der Daimler AG in Immendingen sind verschiedene planungsrechtliche Abstimmungs-, Abwägungs- und Genehmigungsverfahren erforderlich. Hierzu gehören die Flächennutzungsplanänderung mit Umweltprüfung,

die Aufstellung der beiden Bebauungspläne mit Umweltprüfung, das Immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung sowie Wasserrechtsverfahren und Forstrechtliche Verfahren. Im Zusammenhang mit diesen Entwicklungs-, Planungs- und Abstimmungsverfahren werden verschiedene Fachgutachten erarbeitet, deren Ergebnisse in die Abwägungsprozesse einfließen.

Der Standort Immendingen liegt im Bereich der südlichen schwäbischen Alb, südlich der Gemeinde Immendingen. Der Planungsraum umfasst den derzeitigen Standortübungsplatz, das Kasernengelände und weitere Teilflächen im Umfeld des Übungsplatzes. In der Umgebung der Anlage befinden sich die Orte Immendingen, Zimmern, Hintschingen und Mauenheim. Im Nahbereich der Anlage befinden sich das Anwesen Gundelhof und weitere Anwesen im Außenbereich sowie ein Gewerbegebiet. Sowohl für die anstehenden Planungen als auch für die erforderlichen Genehmigungsverfahren ist die Verträglichkeit der Anlage mit den umliegenden zu schützenden Nutzungen bezüglich der lufthygienischen Anforderungen sicherzustellen.

Für die Bauleitplanung und die immissionsschutzrechtliche Genehmigung der Anlagen sind die Luftschadstoffimmissionen, die aus dem geplanten Betrieb der Anlage zu erwarten sind, auf die zu schützenden Nutzungen in der Umgebung zu ermitteln und zu bewerten.

Die Beurteilung erfolgt anhand geltender Grenzwerte, d.h. nach der 39. BImSchV sowie relativ zum Prognosenußfall ohne bauliche und betriebliche Änderungen.

3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Luftkonzentrationen der Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Der Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v.a. die 39. BImSchV, die u.a. die 22. BImSchV ersetzt bei unveränderten Grenzwerten für NO_2 , PM10 und NO_x .

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10, PM2.5). Nach Aufhebung der 23. BImSchV durch die 33. BImSchV (2004) liegen keine Grenzwerte für Ruß mehr vor. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO_2 und Kohlenmonoxid CO aufgrund der Emissionswerte und der derzeitigen Luftkonzentrationen von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert. Für die Ermittlung des Stickstoffeintrags (N-Deposition) in den Boden in ausgewiesenen FFH-Gebieten werden zusätzlich verkehrsbedingte Emissionen von Ammoniak (NH_3) betrachtet.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungswerte

3.1.1 Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

In **Tab. 3.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Anhang A1 erläuterten Beurteilungswerte für die relevanten Autoabgaskomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert ab 2015	25	

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010)

Weiter orientiert sich die Bewertung an der Einstufung von Schadstoffimmissionen (siehe **Tab. 3.2**) durch die Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg (LfU, 1993).

Immissionen in % der entsprechenden Grenzwerte	Bewertung
bis 10 %	sehr niedrige Konzentrationen
über 10 % bis 25 %	niedrige Konzentrationen
über 25 % bis 50 %	mittlere Konzentrationen
über 50 % bis 75 %	leicht erhöhte Konzentrationen
über 75 % bis 90 %	erhöhte Konzentrationen
über 90 % bis 100 %	hohe Konzentrationen
über 100 % bis 110 %	geringfügige Überschreitungen
über 110 % bis 150 %	deutliche Überschreitungen
über 150 %	hohe Überschreitungen

Tab. 3.2: Bewertung von Immissionen nach LfU (1993)

3.1.2 Beurteilungswerte zum Schutz der Vegetation

Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung zum Schutz der Vegetation wird in der 39. BImSchV für NO_x ein Grenzwert von 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel angeführt. Dieser Grenzwert zum Schutz der Vegetation ist nach der 39. BImSchV auf Bereiche anzuwenden, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind.

Daneben gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründete Zielwerte zum Schutz von Vegetationseinheiten durch erhöhte Stickstoffdepositionen darstellen.

3.2 Berechnungsverfahren PROKAS/LASAT/KALM

Zur Ermittlung der Immissionen im Untersuchungsgebiet werden zunächst auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen ermittelt. Mithilfe von Ausbreitungsrechnungen werden die durch diese Emissionen verursachten Luftkonzentrationen der Schadstoffe im Untersuchungsgebiet berechnet. Auf der Grundlage von meteorologischen Daten (Kap. 4) und der Emissionsganglinien werden die statistischen Jahreskennwerte der Schadstoffkonzentrationen ermittelt. Der so berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die Hintergrundbelastung (Kap. 4) überlagert. Die für die Ausbreitungsrechnungen notwendigen Daten zur Meteorologie werden nahe gelegenen Messdaten entnommen. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

Die Emissionsberechnung erfolgt mit dem Modell PROKAS entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003). Mithilfe der Informationen über Verkehrsflusskenngrößen (z.B. Straßentyp, Verkehrsdichte, zulässige Höchstgeschwindigkeit, Längsneigung usw.) werden sogenannte Verkehrssituationen für die einzelnen Straßenabschnitte festgelegt, die als Attribute der Segmente digitalisiert werden. Die mittleren Emissionsfaktoren und Startzuschläge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) entnommen. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachteten Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Kaltstartzuschlägen, Stauanteilen und Längsneigungseinflüssen berechnet. Die Emissionen der Fahrzeuge aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im aktuellen HBEFA nicht behandelt. Die PM10- und PM2.5-Emissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung erfolgt auf der Grundlage von aktuellen Angaben der Fachliteratur.

Das Gelände in der Umgebung von Immendingen weist ein ausgeprägtes Relief auf und aufgrund der ausgedehnten Freilandnutzungen in diesem Gebiet bilden sich dort an wind- und

wolkenarmen Tagen lokale, thermisch induzierte Winde, die Kaltluftströmungen. Deshalb wird für die vorliegende Aufgabenstellung das Berechnungsverfahren PROKAS eingesetzt (www.lohmeyer.de/modelle/prokas_detail.htm), wobei als Ausbreitungsmodell das dreidimensionale Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrangemodell in Erweiterung des Modells der TA Luft, www.janicke.de) verwendet wird. Die Schadstoffausbreitung wird dabei für die Kombinationen aus Emissionssituationen, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und atmosphärischen Stabilitätsbedingungen unter Berücksichtigung der Topografie und der Kaltluftabflüsse (Kaltluftabflussmodell KALM) simuliert. Das verwendete Ausbreitungsmodell ist in der Lage, sämtliche im Rechengbiet liegenden Straßenabschnitte gleichzeitig mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen. Die Schadstoffkonzentrationen werden mit dem Verfahren PROKAS/LASAT/KALM flächenhaft für das Untersuchungsgebiet berechnet.

In diesem Verfahren werden unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik) und der zeitlichen Variation der Emissionen die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert.

Vorgehen bezüglich Deposition

Mit dem Programmsystem PROKAS/LASAT/KALM werden neben den Luftkonzentrationen der Schadstoffe die durch Straßenverkehr verursachten NO_x - und NH_3 -Depositionen ermittelt. Die NO_x - und NH_3 -Depositionen werden entsprechend der Molekularmassen in Stickstoffdepositionen (N-Depositionen) umgerechnet.

Stickstoffverbindungen werden aus der Atmosphäre über nasse Deposition (Regen, Schnee usw.) und trockene Deposition in Ökosysteme eingetragen. Trockene Deposition ist landnutzungsabhängig und meist größer als die nasse Deposition (UBA, 2003). Im Nahbereich einer Emissionsquelle spielt die nasse Deposition von gasförmigen Luftbeimengungen nur eine untergeordnete Rolle (Bachhiesl et al., 2002). Der Beitrag des Straßenverkehrs an der N-Deposition wird demnach im Nahbereich durch die trockene Deposition bestimmt. Die nasse Deposition wird aus diesem Grund im Folgenden vernachlässigt.

Die trockene Deposition wird mithilfe von Depositionsgeschwindigkeiten berechnet, die abhängig von der lokalen Oberflächenbeschaffenheit sind. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass die Depositionsgeschwindigkeiten für Wiesen und Ackerböden kleiner sind als für Laubwälder. Noch höhere Werte werden für Nadelwälder erwartet (Bachhiesl et al., 2002). Die im Untersuchungsgebiet ausgewiesenen FFH-Flächen sind überwiegend von Laubwald bedeckt. Ein deutlich kleinerer Flächenanteil wird der Landbedeckungskategorie Wiesen und Weiden zugeordnet (Herzog & Bachmann, 2007).

In der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 (VDI, 2006) werden Depositionsgeschwindigkeiten für NO von 0.05 cm/s und für NO₂ von 0.3 cm/s als großräumiges Mittel (Mesoskala) angegeben. Für NH₃ werden Depositionsgeschwindigkeiten für Wald von 2 cm/s und für Gras von 1.5 cm/s angegeben.

Für die Ausbreitungsrechnungen wurden die in **Tab. 3.3** angegebenen Depositionsgeschwindigkeiten angesetzt.

	Depositionsgeschwindigkeit [cm/s]		
	NO	NO ₂	NH ₃
Wald	0.05	0.3	2.0
Wiesen und Weiden	0.05	0.3	1.5

Tab. 3.3: Für die Ausbreitungsrechnungen angesetzte Depositionsgeschwindigkeiten

3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert 115 µg/m³ bis 170 µg/m³ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von 130 µg/m³ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes zum Schutz der menschlichen Gesundheit der PM10-Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einen nahezu identischen Verlauf wie der o.g. „best fit“ nach BAST (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BAST (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

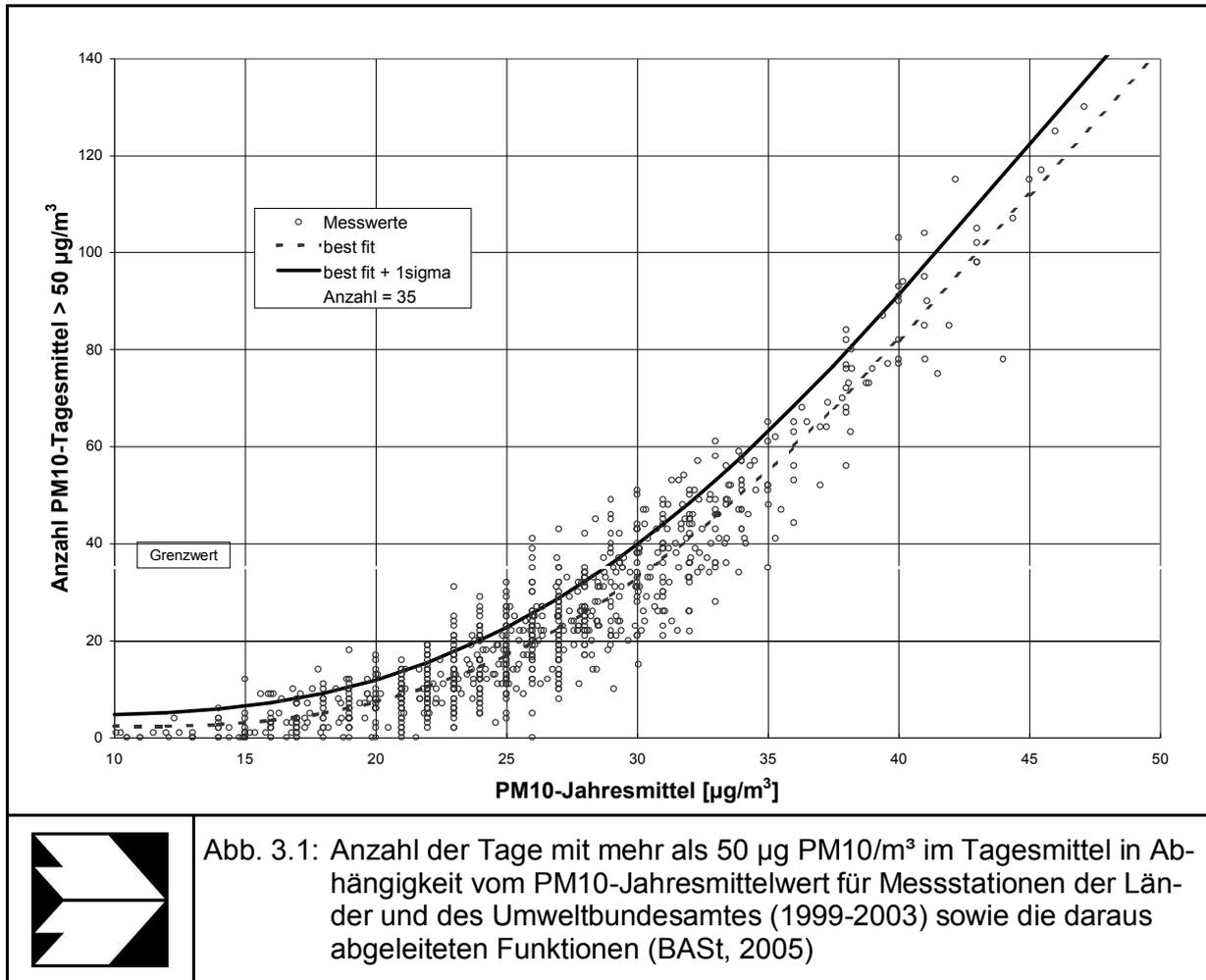


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit mehr als 50 $\mu\text{g PM10}/\text{m}^3$ im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BAST, 2005)

4 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

4.1 Lageverhältnisse

Das Gelände bei Immendingen weist ein ausgeprägtes Relief auf. Von der Talsohle des dort von Westen nach Osten bzw. Nordosten orientierten Donautals erheben sich umliegende Geländehöhen um mehr als 200 m. Diese Talhänge werden durch kleinere Einschnitte und Bachtäler durchschnitten.

Das überwiegend in Kuppenlage gelegene Kasernengelände südlich von Immendingen erhebt sich bis in eine Höhe von 822 m ü.NN. In dem Kasernengelände befinden sich nach Norden ins Donautal orientierte Einschnitte, wie beispielsweise das Tiefental. Im Osten begrenzt der Verlauf der dort von Süden nach Norden orientierten Landesstraße L 225 das Kasernengelände.

In **Abb. 4.1** ist die Lage des Betrachtungsgebietes auf der topografischen Karte mit der Begrenzung des Plangebietes und einem ersten Konzept der möglichen Streckenabschnitte des geplanten Prüf- und Technologiezentrums dargestellt.

Für die Nutzung als Fahrstrecken werden in Teilbereichen Abgrabungen und Aufschüttungen vorgesehen, um homogene Nutzbereiche für die Testfahrten zu erhalten.

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten auf den Straßenabschnitten im Untersuchungsgebiet, bestehend aus Angaben der durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTV in KFZ/24h) und des LKW-Anteils (Schwerverkehr), wurden für die zu berücksichtigenden Straßen basierend auf einer Verkehrsuntersuchung (Praxl, 2013) zur Verfügung gestellt. Für den Straßenverkehr wurden der Prognosenullfall mit derzeitigem Verkehr ohne Verkehrsaufkommen durch die Kaserne (im Verkehrsgutachten bezeichnet als Ist-Zustand 2013, reduziert um Anteil Kaserne), der Prognosenullfall für eine angenommene Vollausslastung des Kasernenbetriebs sowie der Planfall mit Betrieb des geplanten Prüf- und Technologiezentrums betrachtet.

Aus den Beschreibungen der geplanten Prüf- und Testvorhaben und den entsprechenden Ansprüchen an Länge und Beschaffenheit der einzelnen Prüf- und Testzyklen erfolgten in einem ersten Konzept Zuordnungen zum Verkehrsaufkommen durch den Verkehrsgutachter (Praxl, 2013). Für die Abschnitte der Strecken des Prüf- und Technologiezentrums werden tägliche Rundenzahlen genannt. Die im vorliegenden Gutachten im Untersuchungsgebiet verwendeten Verkehrsdaten sind für den Prognosenullfall in **Abb. 4.2**, für den Prognosenullfall mit angenommener Vollbelegung der Kaserne in **Abb. 4.3** und für den Planfall in **Abb. 4.4** aufgeführt.



Abb. 4.1: Lageplan des Untersuchungsgebietes. Das bestehende Straßennetz ist schwarz eingezeichnet. Das Gelände des geplanten Prüf- und Technologiezentrums ist dunkelgrau umrandet und zeigt den Entwurf einer möglichen Streckenführung (schwarze Linien)

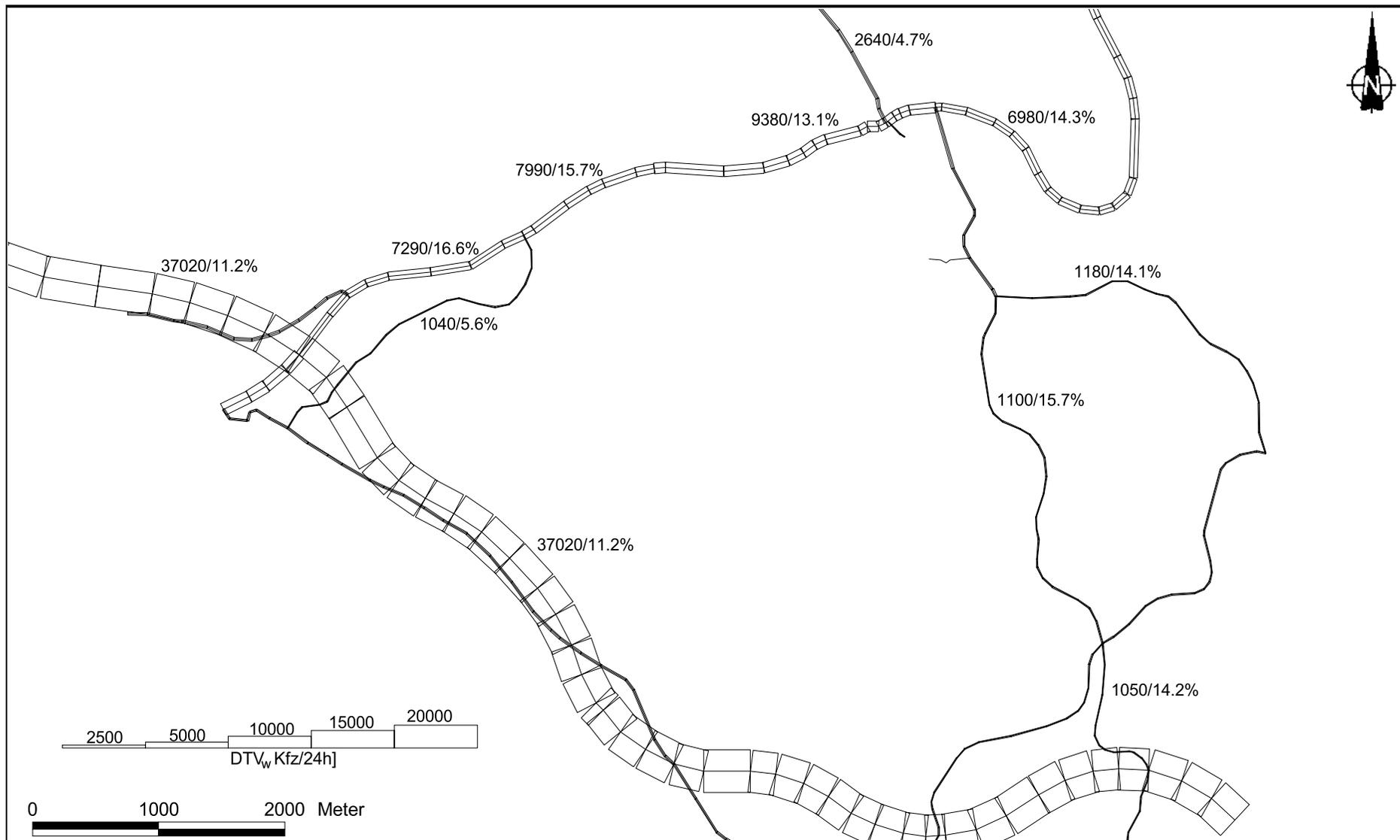


Abb. 4.2: Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

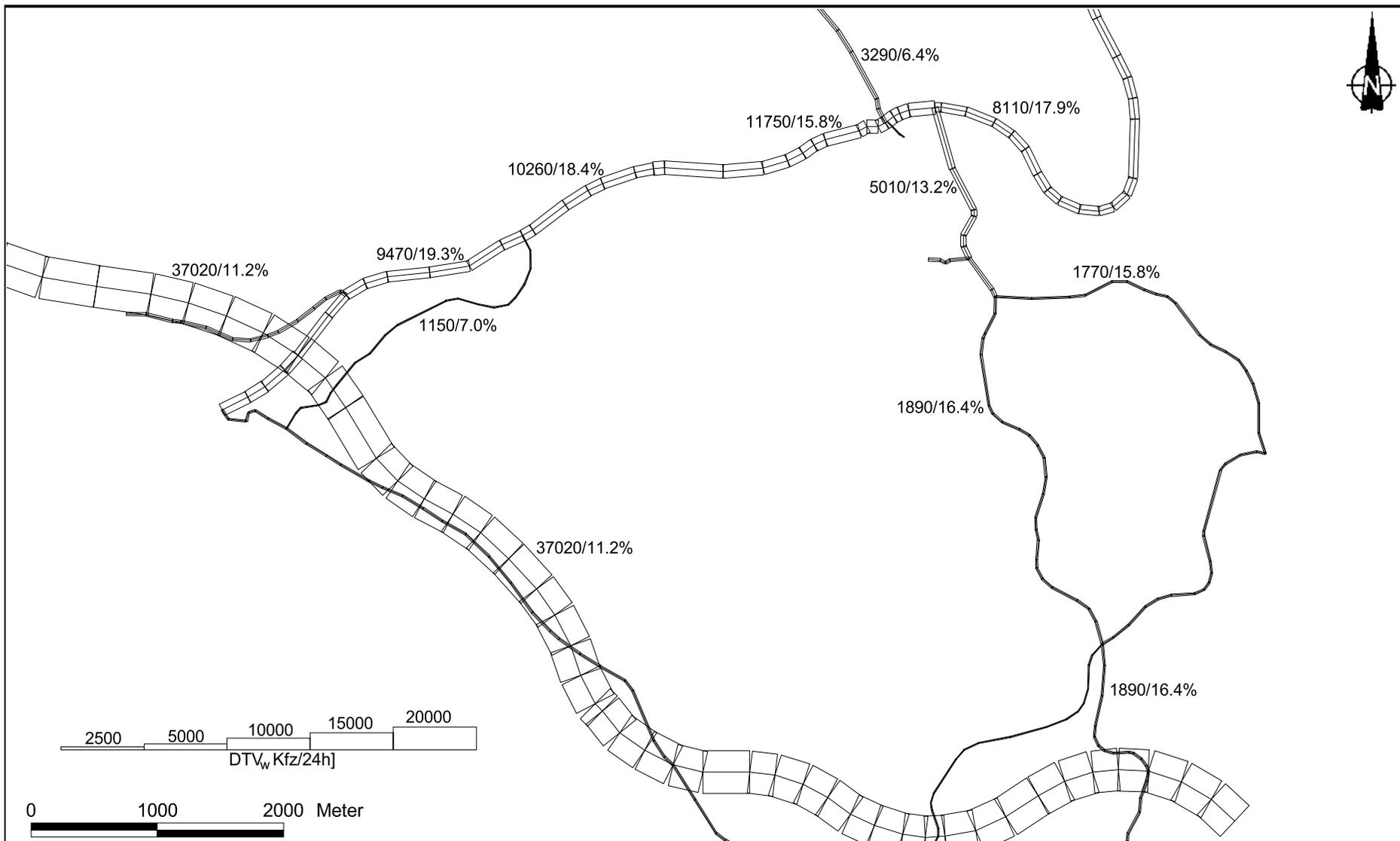


Abb. 4.3: Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall mit angenommener Vollausslastung der Kaserne

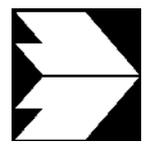
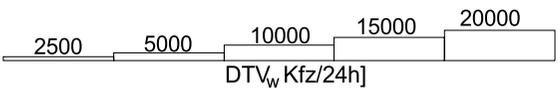
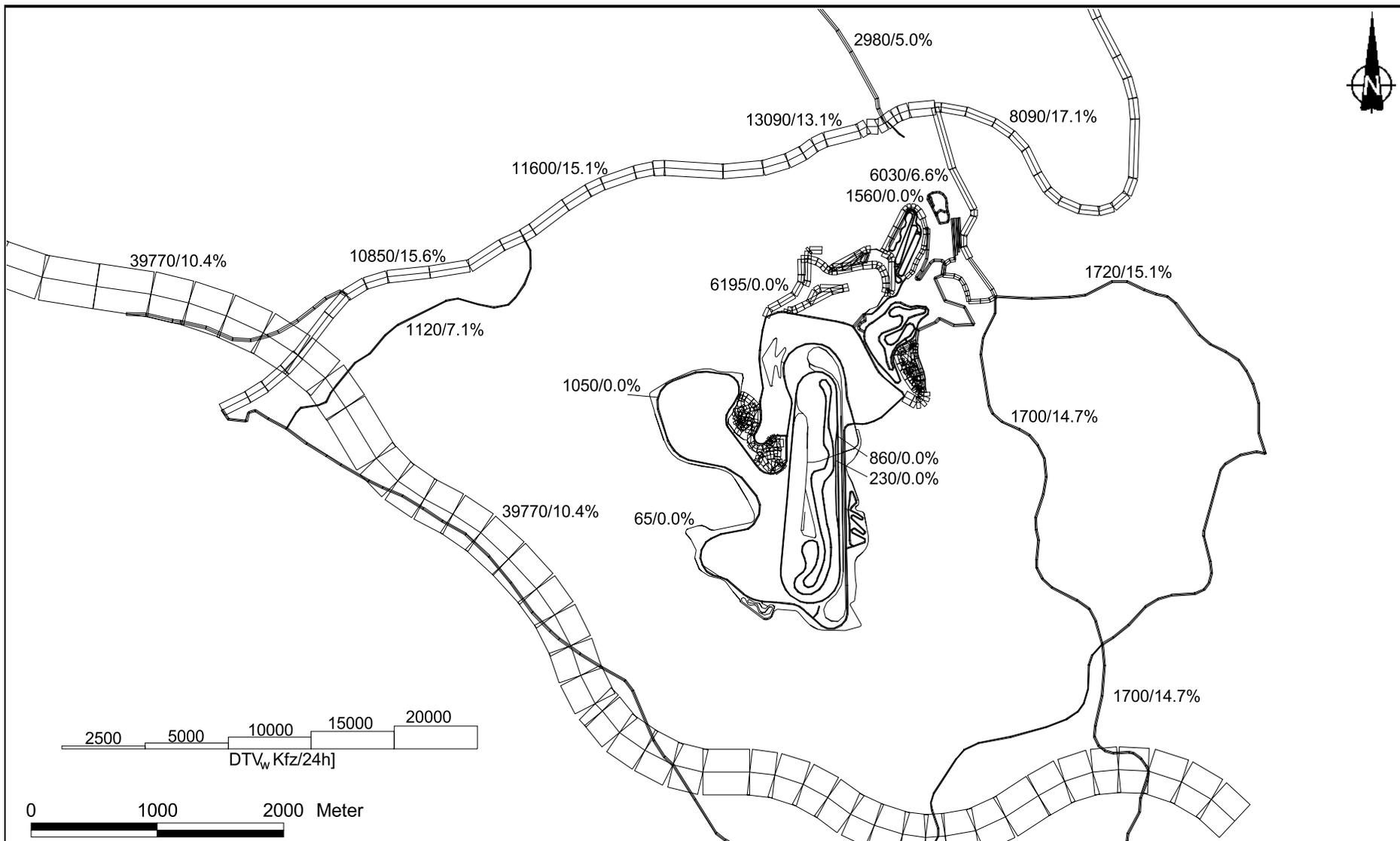


Abb. 4.4: Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall, sowie werktägliche Frequentierung der Streckenabschnitte im Gelände des geplanten Prüf- und Technologiezentrums

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen. Diese Verkehrstagesganglinien sind den aktuellen Zählraten in Immendingen sowie der Zählstelle 8017/1103 an der B 31 zwischen Pfohren und Gutmadingen entnommen.

4.3 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden so genannte Ausbreitungsklassenstatistiken benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Für den Bereich innerhalb des Untersuchungsgebietes stehen keine meteorologischen Daten zur Verfügung. In der Umgebung wurden Winddaten durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) an der Station Neuhausen ob Eck ca. 15 km ost-nordöstlich von Immendingen erfasst. In weiterer Entfernung werden durch den DWD an der Station Laupheim Winddaten mit den typischen regionalen Windanströmungsverhältnissen erfasst.

In **Abb. 4.5** (oben) ist die Windrichtungsverteilung an der Messstation Neuhausen ob Eck dargestellt, die aus den übergebenen Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten abgeleitet ist. Die Hauptwindrichtungen werden von Winden aus südwestlichen bis westlichen Sektoren geprägt, ein Nebenmaximum tritt bei östlichen bis nordöstlichen Richtungen auf. Die Windrichtungshäufigkeiten aus nordwestlicher Richtung sind lokalen Verhältnissen zuzuschreiben. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2.3 m/s. In **Abb. 4.5** (unten) ist die Windrichtungsverteilung an der Station Laupheim dargestellt. Die Hauptwindrichtungen sind vergleichbar mit denjenigen der Station Neuhausen ob Eck. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt ca. 3.1 m/s.

Für die Immissionsberechnungen werden als Ansteuerung die Daten der Ausbreitungsklassenstatistik der Station Laupheim unter Berücksichtigung der Rauigkeit im Untersuchungsgebiet herangezogen und den berechneten geländefolgenden Windfeldern sowie Kaltluftströmungen zugeführt.

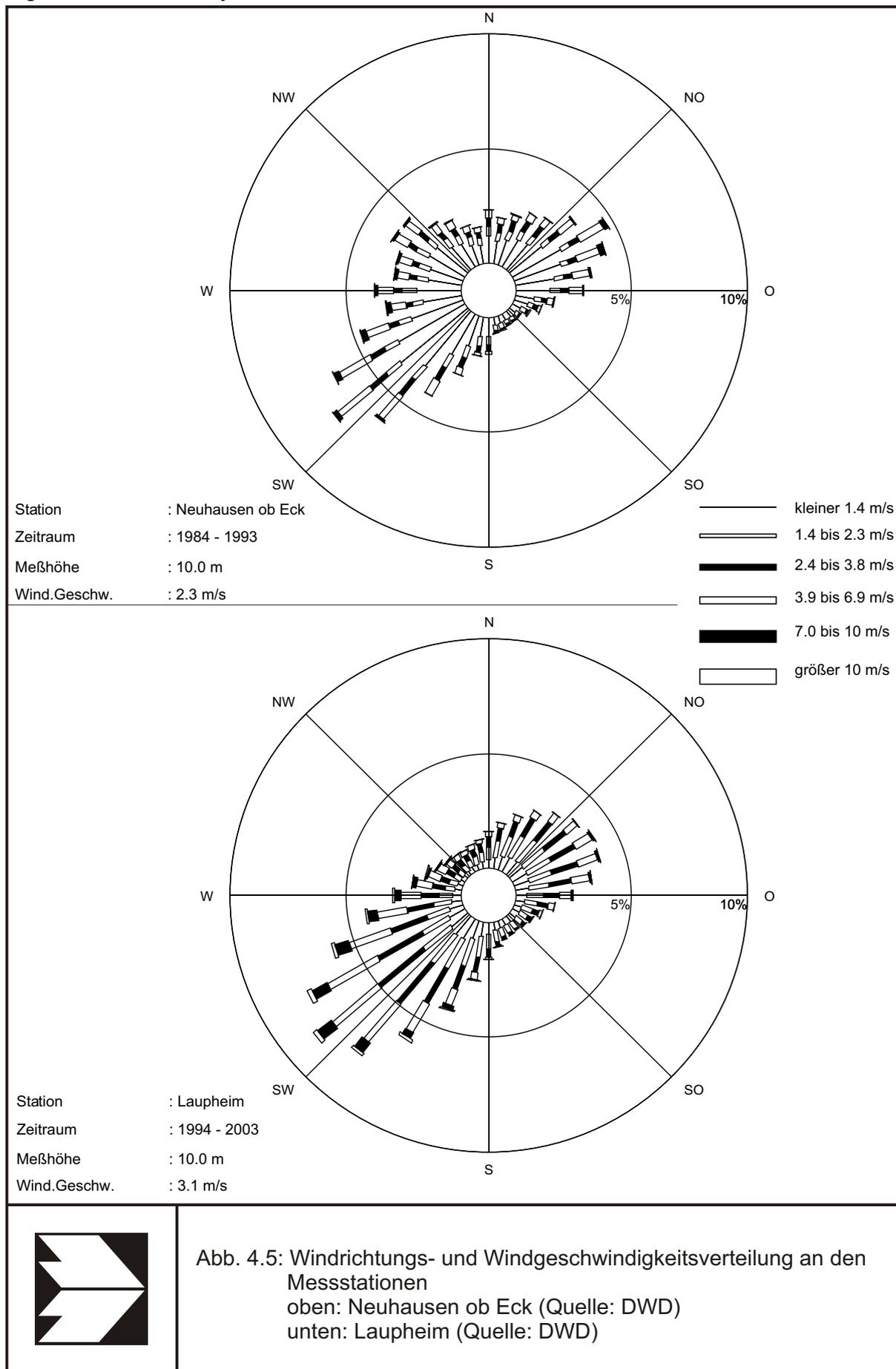


Abb. 4.5: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an den Messstationen
 oben: Neuhausen ob Eck (Quelle: DWD)
 unten: Laupheim (Quelle: DWD)

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung

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

In der weiteren Umgebung des Untersuchungsgebietes sind Stationen des Landesmessnetzes von Baden-Württemberg (LUBW) gelegen. Die vorliegenden Daten für die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt.

Die Station Villingen-Schwenningen liegt ca. 24 km nordwestlich, Pfullendorf ca. 38 km östlich, Konstanz ca. 45 km südöstlich, Waldshut ca. 53 km südwestlich und Schwäbische Alb ca. 57 km nordöstlich vom Plangebiet.

Messdaten für PM_{2.5} liegen an den genannten Messstationen nicht vor. Entsprechend aktueller Untersuchungen (De Leeuw et al. 2009, Bruckmann et al. 2009, Lohmeyer, 2010) gibt es eine Korrelation zwischen PM₁₀ und PM_{2.5}. De Leeuw et al., 2009 erhielten bei der Datenauswertung ein PM_{2.5} zu PM₁₀-Verhältnis zwischen 0.5 und 0.8, Lohmeyer et al, 2000 fanden ein mittleres PM_{2.5} zu PM₁₀ Verhältnis von etwa 0.6 an Verkehrsstationen und ca. 0.5 an Hintergrundstationen und Bruckmann et al., 2009 kamen zu dem Schluss, dass unterhalb eines PM₁₀-Jahresmittelwertes von 36 µg/m³ die Wahrscheinlichkeit einer Grenz- bzw. Zielwertüberschreitung für PM_{2.5} bei 5% an verkehrsnahen Stationen liegt.

Aus den verfügbaren Messdaten der nächstgelegenen Stationen Villingen-Schwenningen und Pfullendorf werden die Hintergrundbelastungswerte für die betrachteten Schadstoffe abgeleitet, die in **Tab. 4.2** aufgeführt sind.

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o.a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Auf eine angenommene Reduktion wird in dieser Untersuchung verzichtet.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Pfullendorf	Villingen-Schwenningen	Konstanz	Waldshut	Schwäbische Alb
NO ₂ -Jahresmittel	2006	13	17	21	-	7
	2007	14	14	0	22	6
	2008	13	15	20	24	7
	2009	14	15	21	22	7
	2010	15	16	23	24	9
	2011	-	16	20	-	6
	2012	-	14	22	-	7
PM10-Jahresmittel	2006	22	20	24	-	16
	2007	18	16	20	19	14
	2008	17	15	20	17	13
	2009	18	16	20	18	14
	2010	19	17	23	19	14
	2011	-	16	20	-	13
	2012	-	14	20	-	12
PM10-Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³)	2006	17	15	30	-	6
	2007	5	3	11	4	4
	2008	4	3	13	6	2
	2009	1	2	9	11	0
	2010	15	6	14	12	2
	2011	-	1	9	-	0
	2012	-	4	12	-	3
NO _x -Jahresmittel (berechnet)	2006	-	28	-	-	9
	2007	19	23	-	40	8
	2008	18	26	-	44	9
	2009	20	24	-	40	9
	2010	21	25	-	42	11
	2011	-	25	-	-	8

Tab. 4.1: Jahreskenngößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Stationen in der Umgebung von Immendingen (LUBW 2007-2012), Werte für 2012 von UBA, 2013.

Schadstoff	Jahresmittelwert
NO ₂	15
NO _x	22
PM10	18
PM2.5	14

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung in µg/m³ im Untersuchungsgebiet im Prognosejahr 2012/2017

Im Rahmen des BMU/UBA F&E-Vorhabens 3707 64 200 „Erfassung, Prognose und Bewertung von Stickstoffeinträgen und ihre Wirkung in Deutschland“ wurde für das Gebiet von Deutschland ein flächendeckender Datensatz der großräumig bestehenden Stickstoffeinträge in Abhängigkeit von der Landnutzung berechnet. Diese Daten sind online abrufbar und geben für verschiedene Landnutzungen die für das Jahr 2007 ermittelten, großräumig bestehenden Stickstoffeinträge an (UBA, 2011).

In den zu untersuchenden FFH-Gebieten kommen die Landnutzung Wiesen und Weiden sowie Laubwälder vor. Für Wiesen und Weiden wurde aus dem oben genannten Datensatz für das Untersuchungsgebiet ein flächenhafter bestehender Stickstoffeintrag von 13 kg/(ha*a) angegeben. Für die Landnutzung Laubwald beträgt der bestehende flächenhafte Stickstoffeintrag etwa 18 kg/(ha*a) bis 19 kg/(ha*a).

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM10 erreicht, weshalb diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet werden. Zudem werden die PM2.5-Immissionen behandelt.

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die PKW, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM10, PM2.5) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) berechnet.

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

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),

- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z.B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2010) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israël et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

Die Längsneigung der Straßen wird aus Höhenplänen, Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes entnommen. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. Infz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen auf den Straßen sowie den Streckenabschnitten im Gelände herangezogen:

AB>130:	Autobahn, ohne Tempolimit	
AO-HVS100:	Außerörtliche Hauptverkehrsstr.,	Tempolimit 100 km/h
AO-HVS70d:	Außerörtliche Hauptverkehrsstr.,	Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS50:	Innerörtliche Hauptverkehrsstr.,	Tempolimit 50 km/h
IO-HVS50d:	Innerörtliche Hauptverkehrsstr.,	Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
AB110:	Autobahn,	Tempolimit 110 km/h
IO-HVS50g:	Innerörtliche Hauptverkehrsstr.,	Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IO-HVSk60d:	Innerörtliche Hauptverkehrsstr.,	Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr, kurvig
IOS-NS30:	Innerstädtische Nebenstraße,	Tempolimit 30 km/h
IO_Stau:	Innerörtlicher Stop and Go Verkehr	

Tab. 5.1 gibt einen Überblick über die zu diesen Verkehrssituationen gehörenden Emissionsfaktoren im Bezugsjahr 2017. Weiterhin wurden aus dem HBEFA (UBA, 2010) die verfügbaren Angaben über NH₃ abgefragt. Danach werden für das Prognosejahr 2017 für LKW NH₃-Emissionen von 0.003 g/km und für PKW zwischen 0.0155 g/km (innerorts) und 0.0315 g/km (außerorts) sowie 0.029 g/km (Autobahn) genannt.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2017									
Verkehrssituation	Geschwindigkeit (PKW)	NO _x		NO _{2d}		PM10 / PM2.5 (nur Abgase)		PM 10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB>130	142.6	0.517	0.974	0.162	0.126	0.0088	0.0136	0.03	0.13	0.0113	0.0480
AB>130_2	142.6	0.533	1.095	0.169	0.151	0.0098	0.0109	0.03	0.13	0.0113	0.0481
AB>130_4	142.6	0.572	1.481	0.185	0.210	0.0148	0.0124	0.03	0.13	0.0113	0.0480
AB>130_6	142.6	0.600	2.049	0.196	0.295	0.0212	0.0147	0.03	0.13	0.0113	0.0480
AB>130+2	142.6	0.691	1.797	0.219	0.248	0.0128	0.0198	0.03	0.13	0.0113	0.0480
AB>130+4	142.6	0.877	2.921	0.282	0.416	0.0241	0.0257	0.03	0.13	0.0113	0.0481
AB>130+6	142.6	1.045	4.086	0.341	0.590	0.0379	0.0307	0.03	0.13	0.0113	0.0481
AO-HVS100	94	0.253	1.278	0.078	0.156	0.0051	0.0195	0.03	0.13	0.0114	0.0528
AO-HVS100_2	94	0.270	1.547	0.083	0.204	0.0056	0.0183	0.03	0.13	0.0114	0.0528
AO-HVS100_4	94	0.319	1.738	0.098	0.230	0.0066	0.0193	0.03	0.13	0.0114	0.0528
AO-HVS100_6	94	0.409	2.226	0.129	0.297	0.0087	0.0229	0.03	0.13	0.0114	0.0528
AO-HVS70d	53.8	0.256	2.035	0.079	0.235	0.0048	0.0246	0.03	0.13	0.0189	0.0700
AO-HVS70d_2	53.8	0.263	1.975	0.081	0.260	0.0049	0.0254	0.03	0.13	0.0189	0.0700
AO-HVS70d_4	53.8	0.313	1.974	0.097	0.260	0.0055	0.0267	0.03	0.13	0.0189	0.0700
AO-HVS70d_6	53.8	0.355	2.334	0.110	0.310	0.0063	0.0302	0.03	0.13	0.0189	0.0700
IO-HVS50	49	0.211	2.306	0.062	0.284	0.0068	0.0247	0.026	0.1	0.0198	0.0595
IO-HVS50_2	49	0.221	1.865	0.065	0.257	0.0069	0.0263	0.026	0.1	0.0198	0.0595
IO-HVS50_4	49	0.254	1.858	0.076	0.257	0.0071	0.0276	0.026	0.1	0.0198	0.0595
IO-HVS50_6	49	0.309	2.284	0.093	0.319	0.0076	0.0315	0.026	0.1	0.0198	0.0595
IO-HVS50d	39.6	0.281	2.862	0.084	0.363	0.0079	0.0300	0.033	0.35	0.0215	0.0615
IO-HVS50d_2	39.6	0.286	2.301	0.085	0.313	0.0080	0.0310	0.033	0.35	0.0215	0.0615
IO-HVS50d_4	39.6	0.326	2.138	0.099	0.292	0.0083	0.0325	0.033	0.35	0.0215	0.0615
IO-HVS50d_6	39.6	0.378	2.462	0.114	0.340	0.0090	0.0366	0.033	0.35	0.0215	0.0615

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2017

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen. Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt.

5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA nicht enthalten, sie sind auch derzeit nicht mit zufriedenstellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

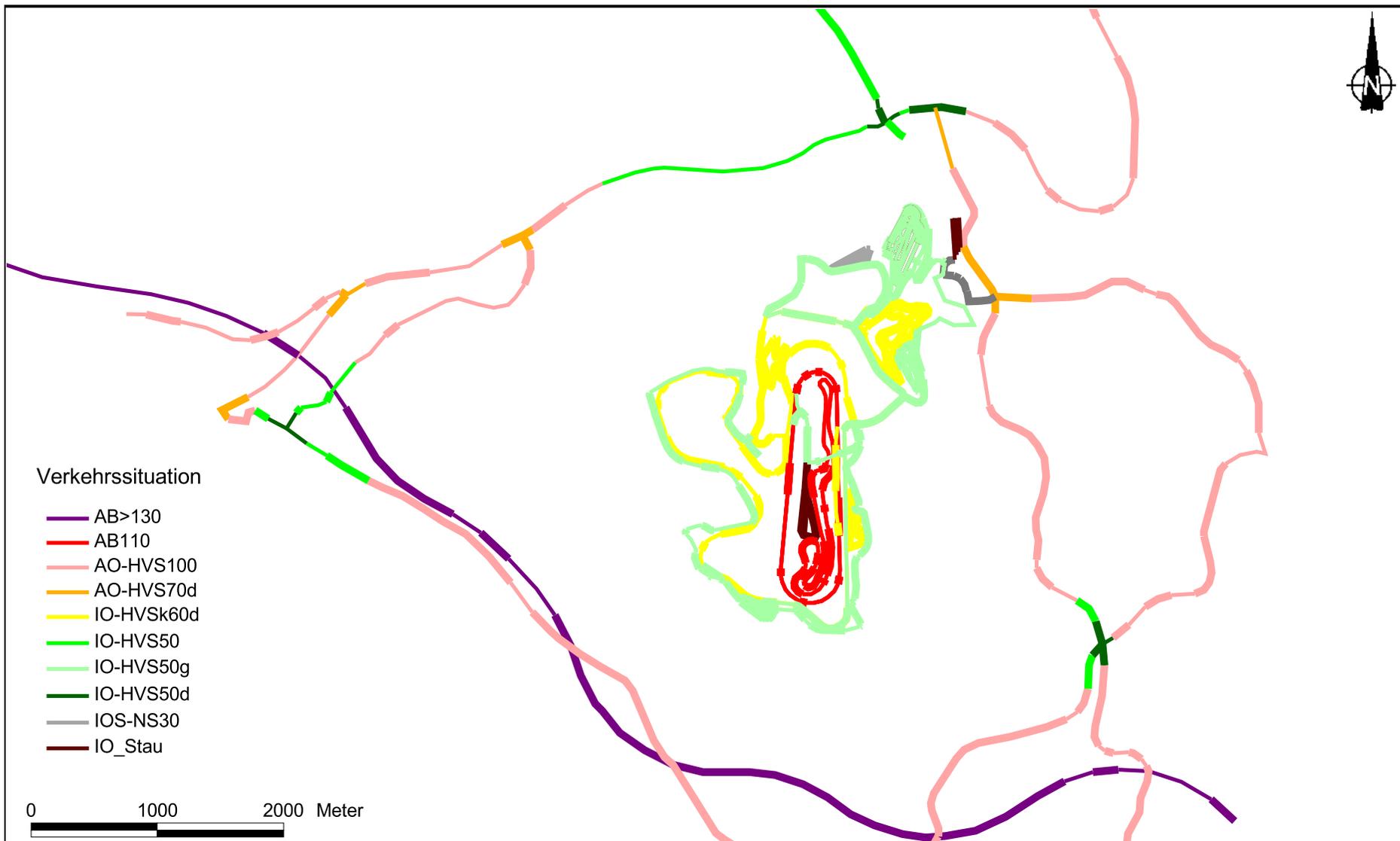
In der vorliegenden Untersuchung werden die PM₁₀-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub in Anlehnung an BAST (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2011) verwendet.

Die nicht motorbedingten PM_{2.5}-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) werden in der vorliegenden Untersuchung entsprechend der im Emission Inventory Guidebook von EMEP/CORINAIR (CORINAIR, 2007) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Eine Differenzierung in verschiedene Straßentypen (z.B. Bundesautobahn oder innerorts) ist durch eine dort angegebene Geschwindigkeitsabhängigkeit (für Reifen und Bremsabrieb) möglich.

Die Resuspension von eingetragendem Straßenstaub gehört entsprechend derzeitigem Kenntnisstand eher der Partikelfraktion zwischen 2,5 µm und 10 µm an und wird deshalb bei der Betrachtung von PM_{2.5} nicht mit berücksichtigt.

Abrieb von Kupplungsbelägen wird ebenfalls nicht berücksichtigt, da dieser weitestgehend in den Kupplungsgehäusen zurückgehalten wird.

Es sei darauf verwiesen, dass insbesondere die Emissionsfaktoren für Straßenabrieb von den Autoren wegen fehlender systematischer Untersuchungen mit sehr großen Unsicherheiten bewertet werden. Palmgren et al. (2003) setzt z.B. die PM_{2.5}-Straßenabriebsemissionen auf Basis von Untersuchungen von TNO aus dem Jahr 1997 zu Null. Um auf der sicheren Seite zu liegen, werden dennoch Emissionsfaktoren verwendet.



Verkehrssituation

- AB>130
- AB110
- AO-HVS100
- AO-HVS70d
- IO-HVSk60d
- IO-HVS50
- IO-HVS50g
- IO-HVS50d
- IOS-NS30
- IO_Stau

0 1000 2000 Meter



Abb. 5.1: Verkehrssituationen auf dem berücksichtigten Straßennetz im Untersuchungsgebiet sowie auf den Streckenabschnitten im Gelände des Prüf- und Technologiezentrums.
Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet

Auf Grundlage der o.a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM10- und PM2.5-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in der **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, soweit dieser Prozess in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen relevant wird. Für die kleineren Entfernungen sind die sekundären Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten, nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

5.3 Emissionen für den Betrieb des Prüf- und Technologiezentrums

Für den Betrieb des Prüf- und Technologiezentrums ist geplant, PKW-Neuwagen einzusetzen, die der Emissionseinstufung EURO 6 genügen. Aus der Beschreibung der Prüf- und Testvorhaben wurden die verkehrstechnischen Zusammenhänge wie Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigungsvorgänge und Standanteile abgeleitet und den Verkehrssituationen des HBEFA zugeordnet.

Aus dem HBEFA3.1 werden die Emissionsfaktoren für PKW mit EURO 6-Einstufung für Diesel- und Benzinmotoren ausgelesen. Die entsprechenden Emissionsfaktoren sind in **Tab. 5.2** aufgeführt.

Für die Fahrstrecken auf nicht asphaltierten oder betonierten Oberflächen wird der Beitrag durch Aufwirbelung in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (VDI,2010), (Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern) abgeleitet. In die Berechnung der Feinstaubaufwirbelung nach der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 geht der Feinkornanteil des Fahrbelages ein, der hier in Anlehnung an die Angaben für einen Baustellenverkehr mit 8.5% (Korngröße unter 75 µm) herangezogen wurde. Das entspricht den Anforderungen an den Einsatz des Materials für die geplanten Strecken, die einen Feinkornanteil von ca. 8% vorsehen und in Siebkurven aus vergleichbaren Fahrstrecken Anteile bis 7.5% beobachten lassen.

Für trockene Strecken, wie beispielsweise in einem Staubtunnel, lassen sich daraus für ein Fahrzeug Emissionen der Aufwirbelungen für PM10 von 269 g/km und für PM2.5 von 27 g/km, für Strecken im Freien unter Berücksichtigung des ortsüblichen Niederschlagsaufkommens für PM10 von 173 g/km und für PM2.5 von 17 g/km und für feucht gehaltene Streckenabschnitte PM10 von 69 g/km und für PM2.5 von 7 g/km ableiten. Für die Schlechtwegverschmutzungsstrecke wird als konservativer Ansatz ein trockener Untergrund angesetzt.

Verkehrssituation	NO _x Diesel	NO _{2d} Diesel	PM10 Diesel	PM10 Aufwirb.	PM2.5 Aufwirb.	NO _x Benzin	NO _{2d} Benzin	PM10 Benzin
AB110	0.173	0.05179	0.00093	0.03	0.0113	0.043	0.00217	0.00148
AB110_2	0.192	0.05774	0.00105	0.03	0.0113	0.053	0.00264	0.00198
AB110_4	0.222	0.06648	0.00108	0.03	0.0113	0.061	0.00307	0.00363
AB110_6	0.289	0.08671	0.00292	0.03	0.0113	0.075	0.00375	0.00543
AB>130	0.305	0.09165	0.00174	0.03	0.0113	0.079	0.00397	0.00496
AB>130_2	0.324	0.09720	0.00284	0.03	0.0113	0.081	0.00403	0.00538
AB>130_4	0.375	0.11243	0.01080	0.03	0.0113	0.093	0.00464	0.00746
AB>130_6	0.402	0.12063	0.02028	0.03	0.0113	0.097	0.00483	0.01147
IO-HVS50g	0.240	0.07186	0.00165	0.035	0.0215	0.075	0.00376	0.00108
IO-HVS50g_2	0.240	0.07194	0.00164	0.035	0.0215	0.076	0.00382	0.00141
IO-HVS50g_4	0.258	0.07746	0.00161	0.035	0.0215	0.080	0.00400	0.00190
IO-HVSk60d	0.181	0.05426	0.00156	0.033	0.0215	0.052	0.00262	0.00038
IO-HVSk60d_2	0.185	0.05556	0.00154	0.033	0.0215	0.054	0.00271	0.00042
IO-HVSk60d_4	0.215	0.06456	0.00160	0.033	0.0215	0.062	0.00308	0.00052
IO-HVSk60d_6	0.239	0.07167	0.00154	0.033	0.0215	0.073	0.00363	0.00091
IOS-NS30	0.259	0.07781	0.00204	0.026	0.02154	0.069	0.00343	0.00048
IOS-NS30_2	0.269	0.08077	0.00212	0.026	0.02154	0.070	0.00348	0.00051
IOS-NS30_4	0.281	0.08444	0.00210	0.026	0.02153	0.073	0.00365	0.00071
IOS-NS30_6	0.280	0.08392	0.00191	0.026	0.02153	0.082	0.00412	0.00083
IO_Stau	0.349	0.10478	0.00334	0.045	0.0215	0.076	0.00381	0.00076
IO_Stau_2	0.346	0.10388	0.00327	0.045	0.0215	0.077	0.00384	0.00081
IO_Stau_4	0.357	0.10699	0.00323	0.045	0.0215	0.081	0.00405	0.00088
IO_Stau_6	0.353	0.10594	0.00298	0.045	0.0215	0.088	0.00438	0.00101

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren für PKW mit EURO 6 Einstufung getrennt nach Diesel- und Benzinmotoren in g/km

Diese Werte liegen in der Größenordnung der Angaben der aktuellen Fachliteratur, die beispielsweise für Fahrten mit Quads und Dünenbuggys in der Nellis Dunes Recreational Area im Clark County, Nevada, USA (Goossens, 2009) durch Messungen abgeleitet wurden.

Für die geplanten Rollenprüfstände wird ein ganztägiger Betrieb in den Prognosen angesetzt. Die Emissionsberechnung bezieht sich dabei auf die Angaben des HBEFA3.1 für Autobahnfahrten. Für die nicht motorbedingten Beiträge werden diejenigen für Tunnelstrecken angesetzt. Daraus ergeben sich für einen eintägigen Betrieb eines Rollenprüfstandes die in **Tab. 5.3** genannten Emissionen.

	NO _x	NO _{2d}	PM10	PM2.5
Dieselmotoren	953.1	285.9	21.0	13.2
Benzinmotoren	247.7	12.4	31.1	23.3

Tab. 5.3: Emissionen für einen Rollenprüfstand in g/Tag getrennt nach Diesel- und Benzinmotoren der Einstufung EURO 6

5.4 Emissionen des untersuchten Streckennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe werden für jeden der betrachteten Straßen- und Streckenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Im Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x, PM10 und PM2.5 dargestellt.

Tab. 5.4 zeigt exemplarisch für die B 311 in Immendingen westlich der Bachzimmerer Straße die Verkehrsdaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten.

	DTV [Kfz/24 h]	LKW-(SV)- Anteil [%]	Verkehrs- situation	NO _x	NO _{2d}	PM10	PM2.5
				[mg/(m s)]			
Prognosenullfall	9 380	13.1	IO-HVS50d	0.0621	0.0126	0.0086	0.0040
Prognosenullfall Vollauslastung	11 750	15.8	IO-HVS50d	0.0858	0.0166	0.0118	0.0052
Planfall	13 090	13.1	IO-HVS50d	0.0866	0.0176	0.0120	0.0056

Tab. 5.4: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die B 311 in Immendingen westlich der Bachzimmerer Straße für den Prognosenullfall, Prognosenullfall Vollauslastung und für den Planfall

Für die Strecken des geplanten Prüf- und Technologiezentrums sind in **Tab. 5.5** die Emissionen in Kilogramm pro Tag getrennt nach dem Einsatz von Fahrzeugen der Emissionseinstufung EURO 6 für Diesel- und Benzinmotoren sowie im Vergleich zur PKW-Flotte 2017 aufgeführt. Damit ist ein Vergleich der Auswirkungen des Einsatzes verschiedener Motor-konzepte einerseits und andererseits zum Beitrag der aktuellen PKW-Flotte möglich. Der Einsatz der zu prüfenden Fahrzeuge weist deutlich geringere Emissionen gegenüber der PKW-Flotte für das Jahr 2017 auf. Die Dieselfahrzeuge setzen gegenüber den Benzin-fahrzeugen deutlich höhere Beiträge an NO_x und direkt ausgestoßenem NO₂ frei. Für Partikelfreisetzung sind mit den Dieselmotoren inklusive Filtersystem geringere motorbedingte Emissionen gegenüber den Benzinmotoren verbunden.

	NO _x	NO _{2direkt}	PM10 motorbedingt	PM10 gesamt	PM2.5 gesamt
Euro6-Benzin	7.2	0.4	0.63	338.9	2.2
Euro6-Diesel	24.6	7.4	0.17	338.4	2.2
PKW2017	34.4	10.6	0.99	339.3	2.4

Tab. 5.5: Gesamtemissionen der Strecken des Prüf- und Technologiezentrums getrennt nach dem Einsatz von Fahrzeugen der Emissionseinstufung EURO 6 für Diesel- und Benzinmotoren sowie im Vergleich zur PKW-Flotte 2017 in Kilogramm pro Tag (kg/Tag)

6 IMMISSIONEN

Im Untersuchungsgebiet, d.h. im Plangebiet, das durch die Lage des geplanten Prüf- und Technologiezentrums sowie deren direkten Zufahrtsstraßen umrissen ist, wurden Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Das Rechengebiet deckt eine Fläche von ca. 7.5 km x 6.4 km ab, bei einer horizontalen Auflösung von 15 m x 15 m. Im Untersuchungsgebiet wurden für die betrachteten Untersuchungsfälle die Luftschadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen und Strecken des geplanten Prüf- und Technologiezentrums ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen, bestehend aus der Überlagerung der Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes, werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Bereiche außerhalb des ausgewerteten Rechengebietes sind ohne Farbe dargestellt. Beurteilungsrelevanten Kenngrößen sind einheitliche Farben zugeordnet. Damit werden Grenzwerte der 39. BImSchV mit roten Farben für NO₂-Jahresmittelwerte und PM10-Jahresmittelwerte und der Schwellenwert für PM10-Kurzzeitbelastungen mit der gelben Farbe belegt.

Für das bestehende Heizwerk im Kasernengelände wurden ebenfalls Ausbreitungsrechnungen durchgeführt, die im Betrachtungsgebiet jahresmittlere Zusatzbelastungen für NO_x unter 2 µg/m³ und für Feinstaub unter 0.2 µg/m³ ergaben und als gering zu bezeichnen sind.

Ergänzend werden für den Bereich des FFH-Gebietes die berechneten NO_x-Immissionen (Jahresmittelwerte) sowie der verkehrsbedingte Stickstoffeintrag dargestellt.

6.1 Ergebnisse hinsichtlich dem Schutz der menschlichen Gesundheit

6.1.1 Stickstoffdioxidimmissionen

Im Prognosenullfall sind entlang den bestehenden Straßenabschnitten gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte NO₂-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwerte) im Betrachtungsgebiet berechnet. Das betrifft die bestehende B 311 bei Immendingen und die A 81 südlich des Kasernengeländes. In dieser Übersichtsdarstellung (**Abb. 6.1**) sind die höchsten NO₂-Immissionen im Nahbereich der A 81 mit Konzentrationen auch leicht über 40 µg/m³ berechnet. Für die Darstellung der berechneten NO₂-Jahresmittelwerte an den Ortsdurchfahrten im Zuge der B 311 ist exemplarisch für Immendingen ein vergrößerter Ausschnitt in **Abb. 6.2** aufgezeigt. Dort sind an der bestehenden Randbebauung NO₂-Immissionen bis 37 µg/m³, überwiegend aber unter 36 µg/m³ ermittelt. Die NO₂-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind an der bestehenden Bebauung entlang der B 311 in Bezug auf den Grenzwert von 40 µg/m³ entsprechend **Tab. 3.2** als leicht erhöht bis erhöht, vereinzelt als hoch zu bezeichnen.

Im Prognosenullfall mit Vollausslastung der Kaserne sind entlang den bestehenden Straßenabschnitten gegenüber dem oben beschriebenen Prognosenullfall etwas erhöhte NO₂-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwerte) im Betrachtungsgebiet berechnet (**Abb. 6.3**). Für die Ortsdurchfahrt von Immendingen sind die NO₂-Immissionen im vergrößerten Ausschnitt in **Abb. 6.4** aufgezeigt. Dort sind an der bestehenden Randbebauung NO₂-Immissionen bis 43 µg/m³, überwiegend auch unter 36 µg/m³ ermittelt. Die NO₂-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind an der bestehenden Bebauung entlang der B 311 in Bezug auf den Grenzwert von 40 µg/m³ entsprechend **Tab. 3.2** als leicht erhöht bis hoch, vereinzelt als gering überschreitend zu bezeichnen.

Für den Planfall mit Betrieb des Prüf- und Technologiezentrums sind die berechneten NO₂-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwerte) im Betrachtungsgebiet in **Abb. 6.5** dargestellt. Innerhalb des Geländes des Prüf- und Technologiezentrums wurde dabei der Einsatz von Dieselfahrzeugen mit der Emissionseinstufung EURO 6 berücksichtigt. Damit zeigen sich innerhalb dieses Geländes Auswirkungen des Betriebs, wobei überwiegend auch im Nahbereich der Streckenabschnitte NO₂-Immissionen unter 32 µg/m³ prognostiziert sind. Nur im direkten Nahbereich der Rollenprüfstände sind deutlich höhere NO₂-Immissionen ausgewiesen, die an der benachbarten Bebauung jedoch weniger als 40 µg/m³ betragen. Aufgrund der kleinräumig geprägten Windverhältnisse ist eine Verfrachtung der Immissionen in Nachtstunden mit Kaltluftbedingungen nach Südosten prognostiziert. Bezogen auf den Betrieb des Prüf- und Technologiezentrums ist zu berücksichtigen, dass mit dem Einsatz von Benzinmotoren deutlich geringere NO₂-Immissionen verbunden sind.

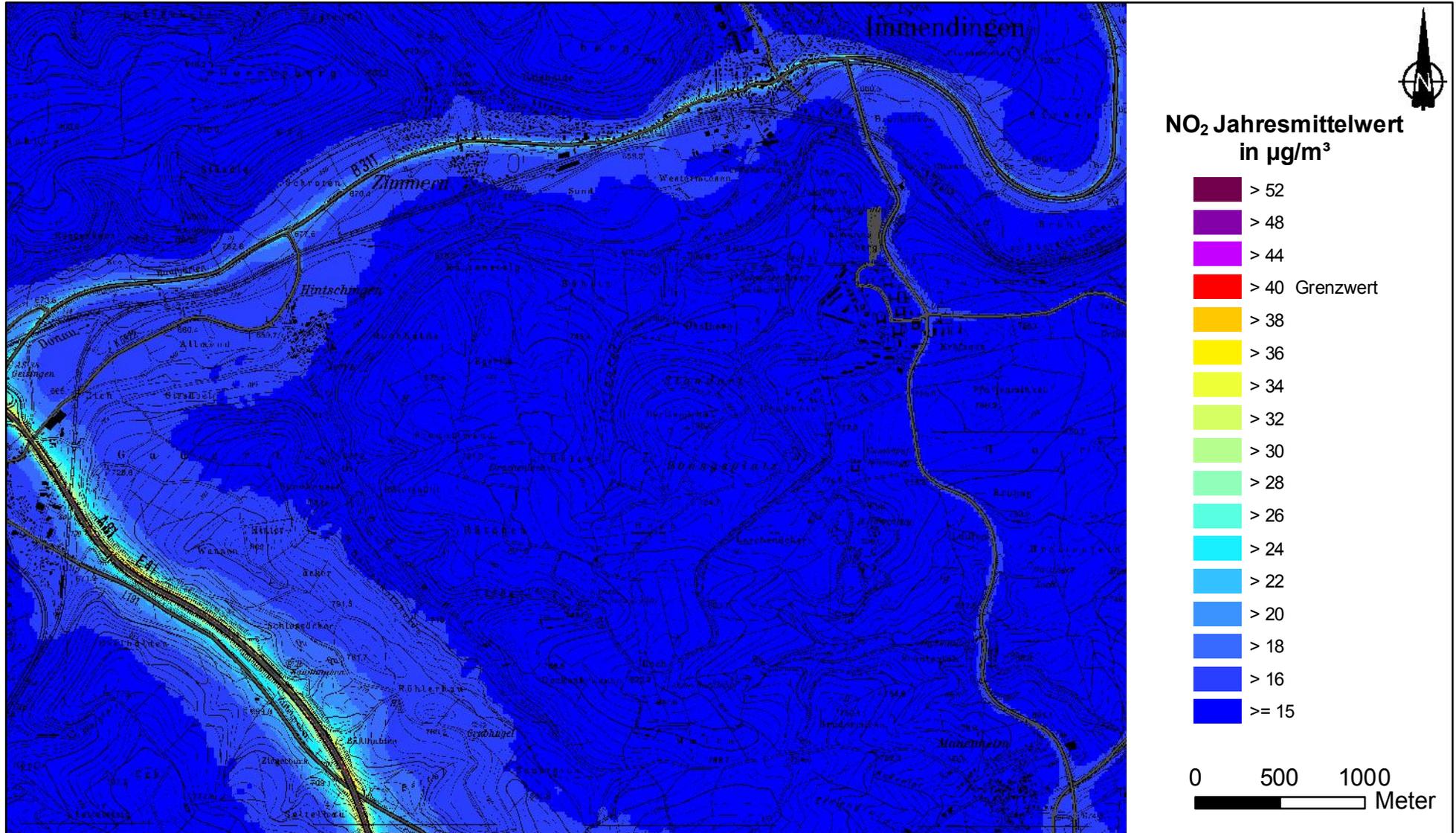


Abb. 6.1: Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration für den Prognosenullfall

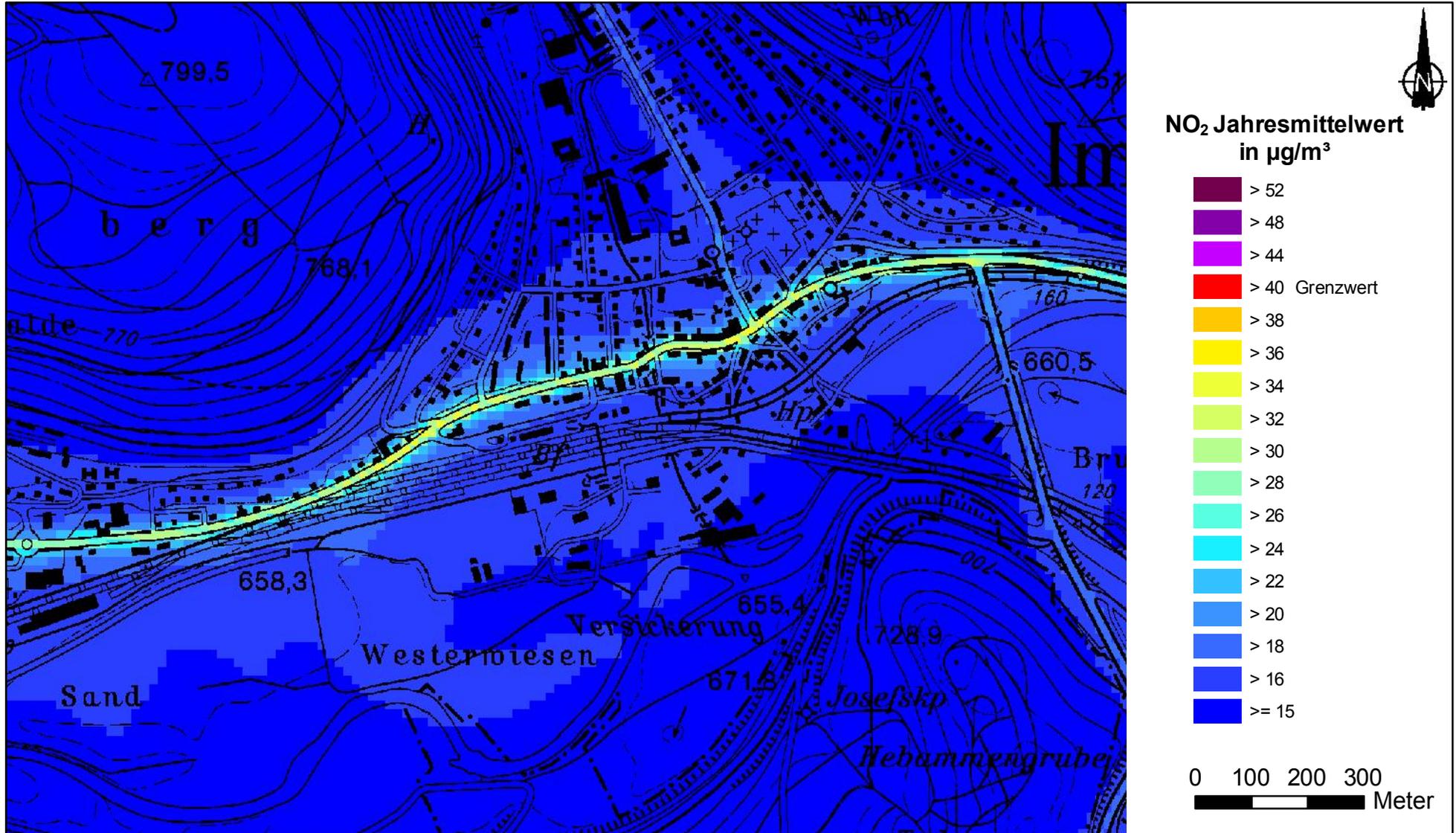


Abb. 6.2: Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration für den Prognosenullfall im Bereich Immingen

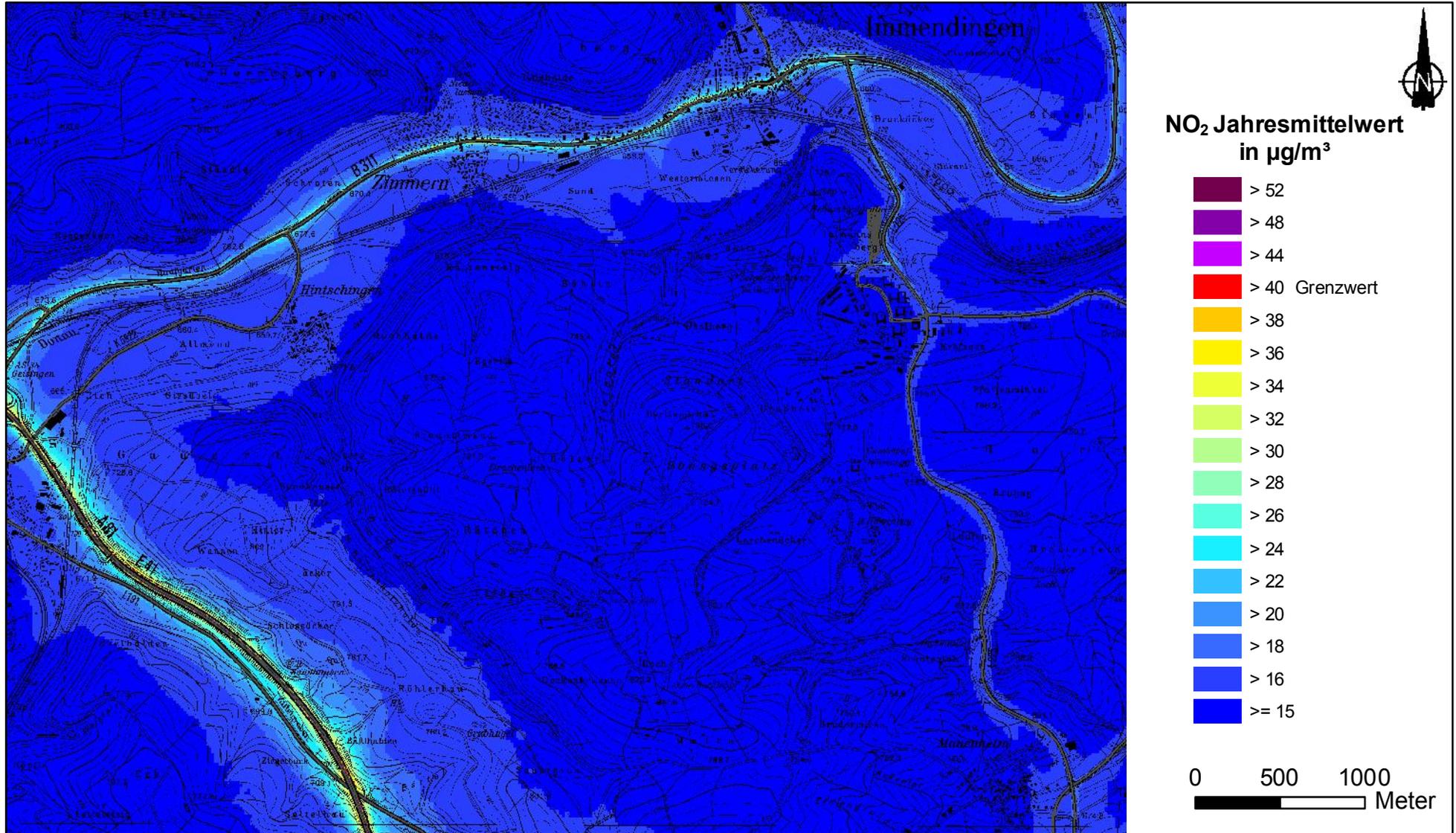


Abb. 6.3: Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration für den Prognosenullfall mit angenommener Vollauslastung der Kaserne

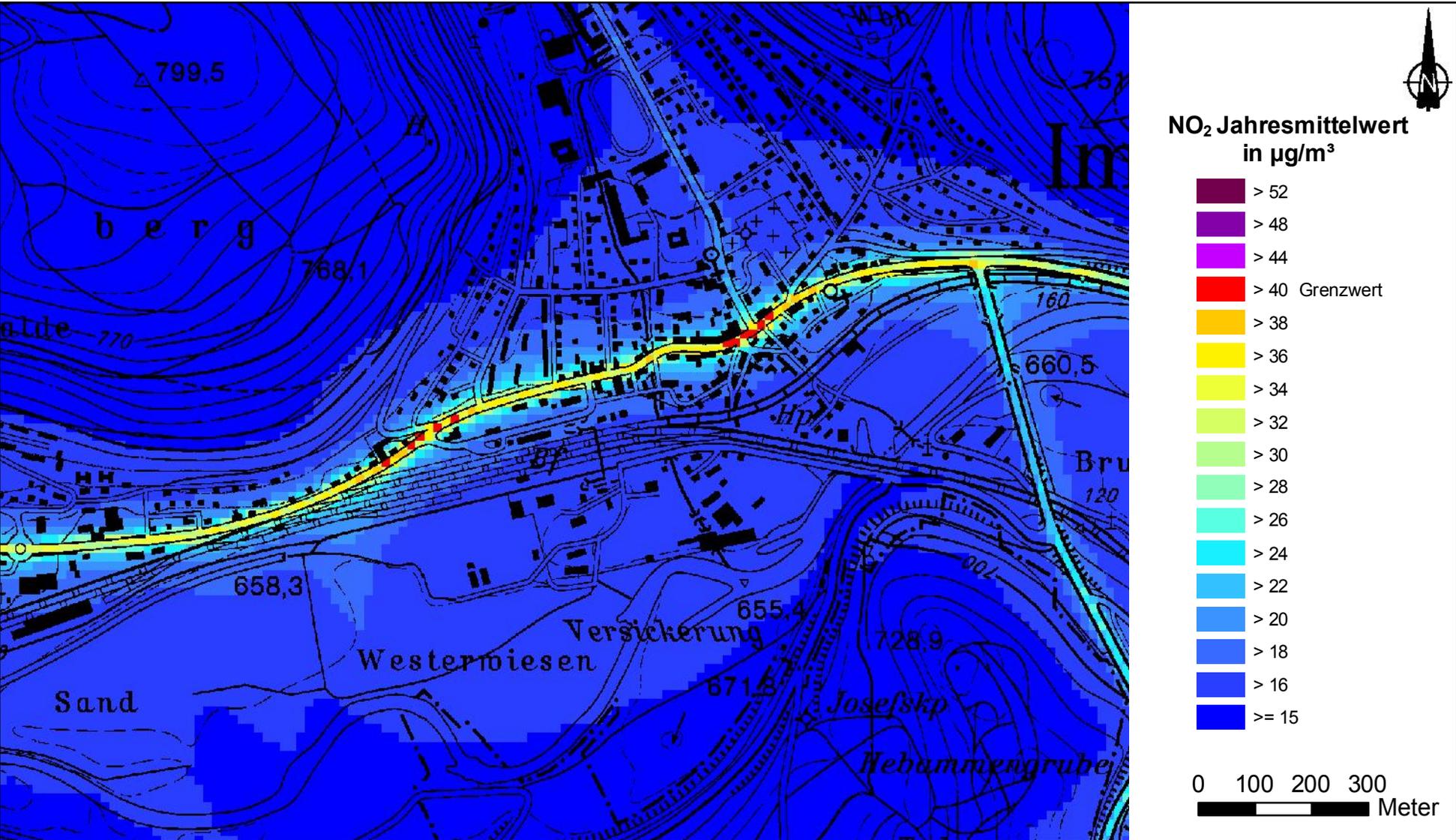
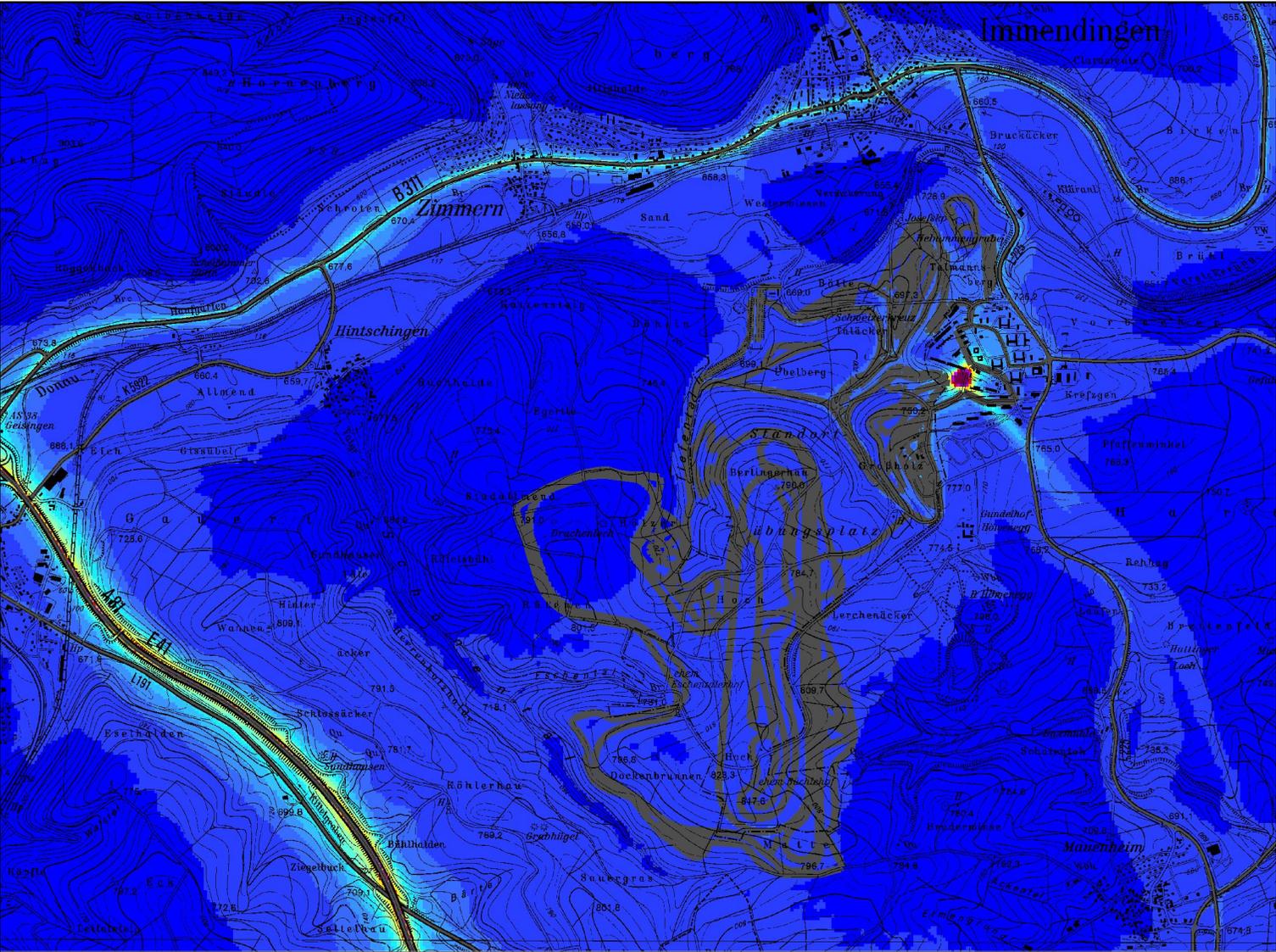


Abb. 6.4: Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration für den Prognosenullfall mit angenommener Vollaustattung der Kaserne im Bereich Immingen



NO₂ Jahresmittelwert
in µg/m³

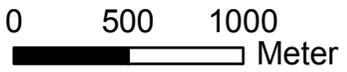
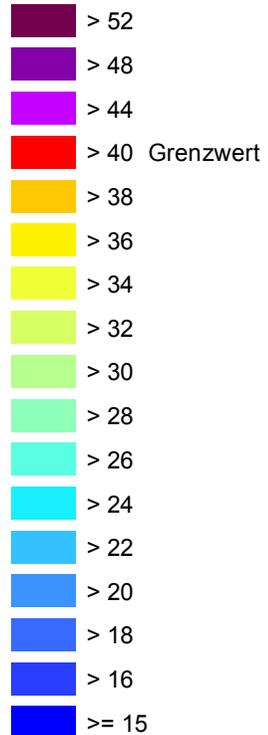


Abb. 6.5: Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration für den Planfall

Für die Ortsdurchfahrt von Immendingen sind die NO₂-Immissionen im vergrößerten Ausschnitt für den Planfall in **Abb. 6.6** aufgezeigt. Dort sind an der bestehenden Randbebauung NO₂-Immissionen bis 40 µg/m³, überwiegend auch unter 36 µg/m³ ermittelt. Die NO₂-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind an der bestehenden Bebauung entlang der B 311 in Bezug auf den Grenzwert von 40 µg/m³ entsprechend **Tab. 3.2** als leicht erhöht bis hoch zu bezeichnen.

Ergänzend werden die berechneten NO₂-Immissionen für ausgewählte Immissionsorte, d.h. insbesondere Wohnnutzungen, für den Prognosenullfall, Prognosenullfall mit angenommener Vollausslastung der Kaserne, den Planfall mit dem Einsatz von Dieselmotoren im Prüf- und Technologiezentrum sowie den Planfall mit dem Einsatz von Benzinmotoren im Prüf- und Technologiezentrum in **Tab. 6.1** zusammengefasst, wobei die Lage der Immissionsorte der **Abb. 6.7** zu entnehmen ist.

Bezeichnung	Prognose- nullfall	Prognose- nullfall Vollaus- lastung	Planfall mit "Diesel"	Planfall mit "Benzin"
IO 1 - Immendingen, Bachzimmererstr 32	19	20	20	20
IO 2 - Immendingen, Schwarzwaldstraße 60	25	29	26	25
IO 3 - Immendingen, Schwarzwaldstraße 78	29	33	36	36
IO 4 - Immendingen, Am Hattinger Weg 1	17	19	20	20
IO 5 - Immendingen, Ziegelhütte 4	16	16	16	16
IO 6 - Immendingen, Basaltstraße 15	17	17	17	17
IO 7 - Immendingen, Im Gewerbepark 8	16	17	16	16
IO 8 - Zimmern, Beethovenstraße 7	19	20	20	20
IO 9 - Zimmer, Kreutzerweg 4	17	18	18	18
IO 10 – Zömmern, Dorfstraße 27	16	17	17	17
IO 11 - Hintschingen, Schöntalstraße 23	16	17	16	16
IO 12 - Immensitz (Neuhaus)	19	19	19	19
IO 13 - Mauenheim, Falkenstraße 20	16	16	16	16
IO 14 - Daxmühle	17	17	17	17
IO 15 - Am Hewenegg 1 (Gundelhof)	16	16	17	16
IO 16 - Am Hewenegg 2 NW	16	16	17	16
IO 17 - Am Hewenegg 8 NW	16	16	17	16
IO 18 - Im Krefzgen 2	17	17	18	18
IO 19 - Feldweibelwohnheim NW	16	17	20	19
IO 20 - Hagnenbühl (geplantes WA) nur intern	16	16	16	16

Tab. 6.1: Berechnete NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) in µg/m³ an ausgewählten Immissionsorten für den Prognosenullfall, Prognosenullfall mit angenommener Vollausslastung der Kaserne, den Planfall mit dem Einsatz von Dieselmotoren im Prüf- und Technologiezentrum sowie den Planfall mit dem Einsatz von Benzinmotoren im Prüf- und Technologiezentrum. Lage der Immissionsorte siehe **Abb. 6.7**.

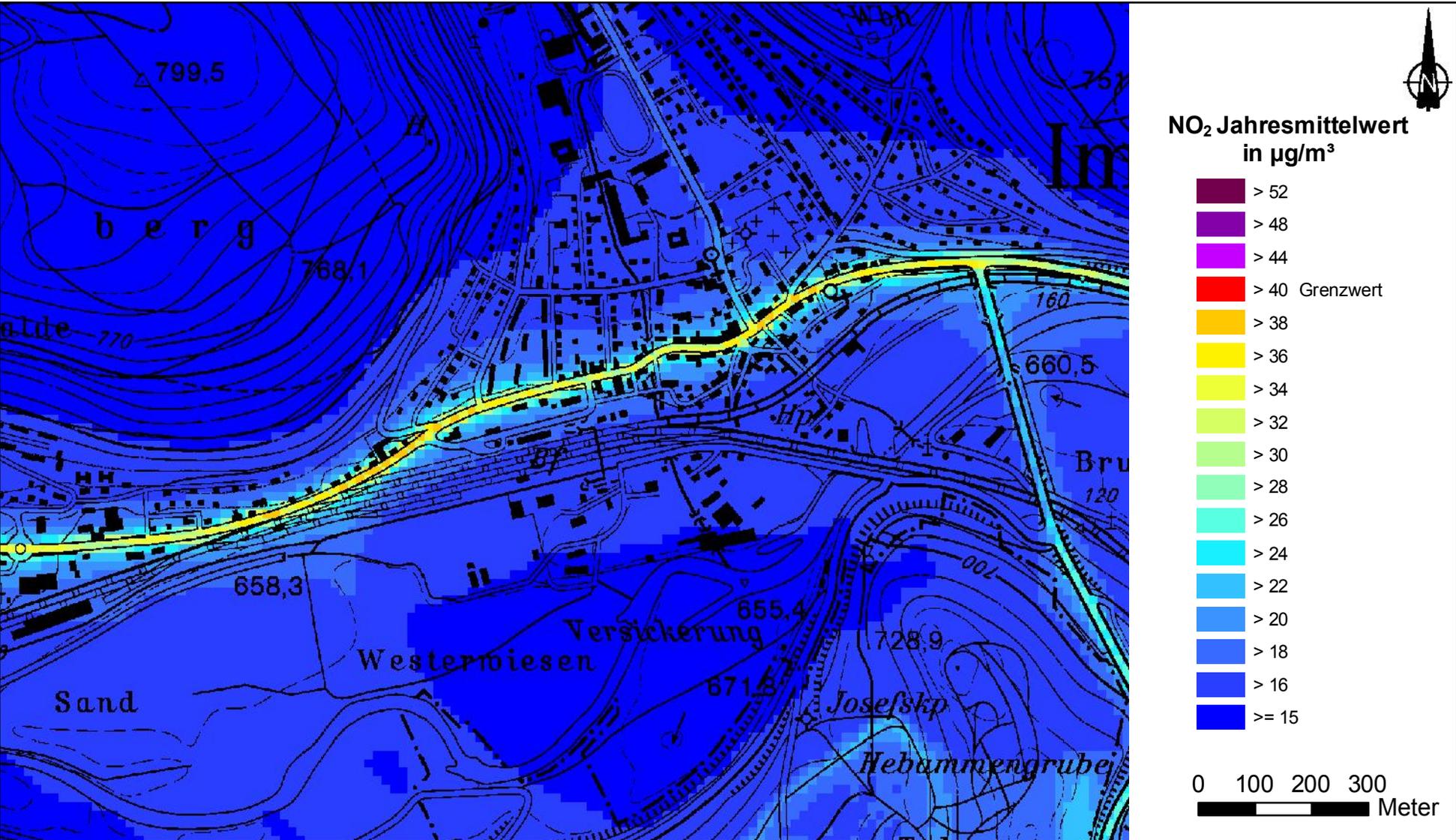


Abb. 6.6: Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration für den Planfall im Bereich Immingen

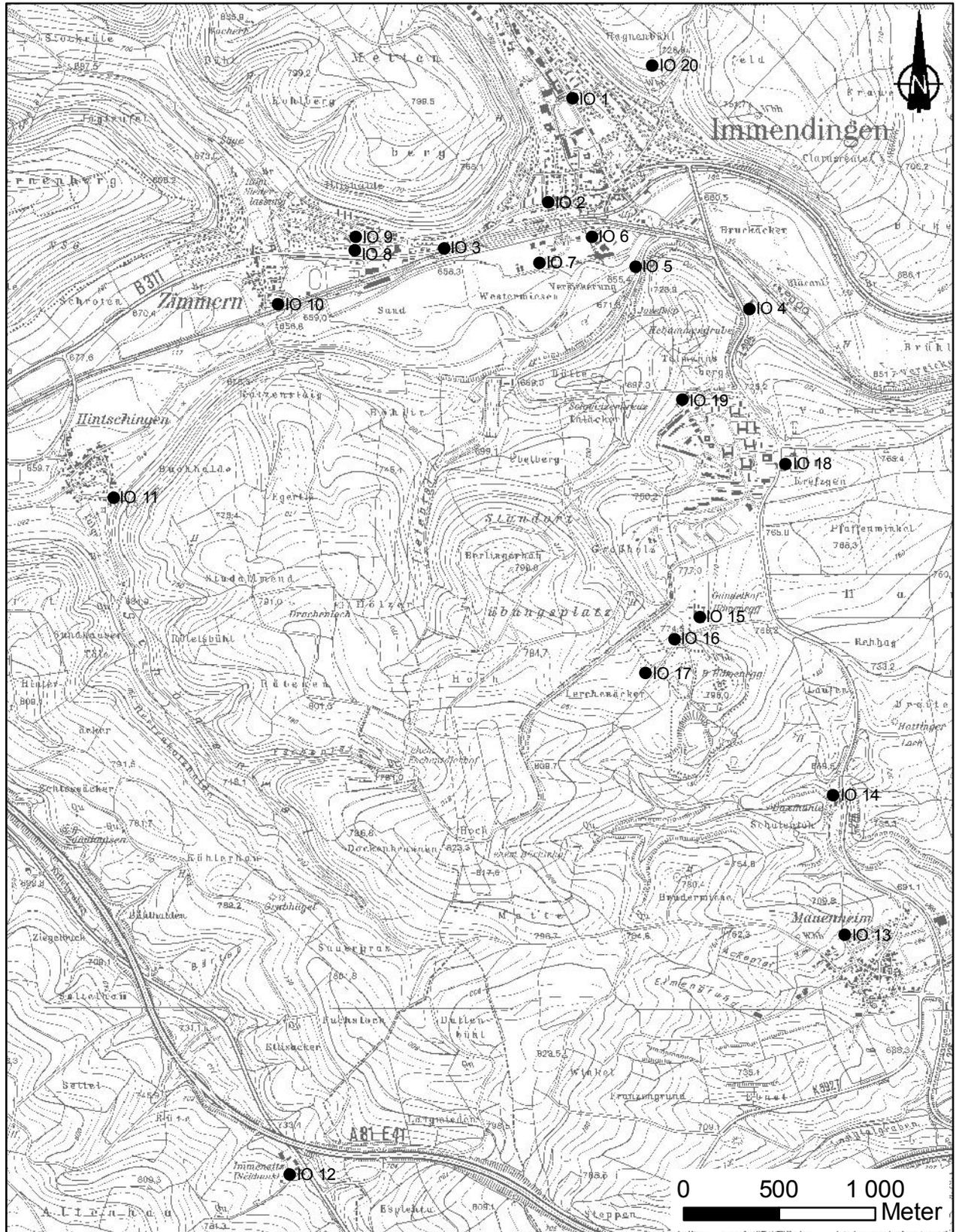


Abb. 6.7: Lage der Immissionsorte

Erhöhte bis hohe NO₂-Immissionen sind an den betrachteten Immissionsorten nur im Nahbereich der B 311 im Zuge der Ortsdurchfahrten ermittelt. Dort nehmen die Immissionen aufgrund der Verkehrszunahme im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall zu. An der Bebauung im Nahbereich zum Gelände des geplanten Prüf- und Technologiezentrums sind lediglich geringe Zunahmen der NO₂-Immissionen gegenüber dem Prognosenullfall prognostiziert. Grenzwertüberschreitungen sind dort deutlich nicht zu erwarten.

6.1.2 Feinstaubimmissionen (PM10)

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg PM10/m³ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von 29 µg/m³ der Kurzzeitwert überschritten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von 29 µg/m³ und 40 µg/m³ diskutiert.

Die Ergebnisse der PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind für den Prognosenullfall in **Abb. 6.8** aufgeführt. Im gesamten Betrachtungsgebiet sind keine PM10-Immissionen über 27 µg/m³ ermittelt. Die relativ höchsten PM10-Immissionen sind im direkten Nahbereich der A 81 berechnet, entlang der Ortsdurchfahrten im Zuge der B 311 sind PM10-Immissionen bis 23 µg/m³ an der bestehenden Randbebauung berechnet. Die PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind an der bestehenden Bebauung entlang den Straßen in Bezug auf den Grenzwert von 40 µg/m³ entsprechend **Tab. 3.2** als mittel bis leicht erhöht zu bezeichnen. Der Schwellenwert von 29 µg/m³ zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird an der bestehenden Bebauung im Betrachtungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten.

Für den Prognosenullfall mit angenommener Vollausslastung der Kaserne sind vergleichbare PM10-Jahresmittelwerte berechnet, wie in **Tab. 6.2** abzulesen ist. Da in flächenhaften PM10-Darstellungen gegenüber dem oben beschriebenen Prognosenullfall kaum Änderungen ablesbar sind, wird auf eine grafische Darstellung verzichtet.

Für den Planfall mit Betrieb des geplanten Prüf- und Technologiezentrums sind die berechneten PM10-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwerte) im Betrachtungsgebiet in **Abb. 6.9** dargestellt. Innerhalb des Geländes des Prüf- und Technologiezentrums wurde dabei der Einsatz von Dieselfahrzeugen mit der Emissionseinstufung EURO 6 berücksichtigt. Damit zeigen sich innerhalb dieses Geländes teilweise deutliche Auswirkungen des Betriebs, vor

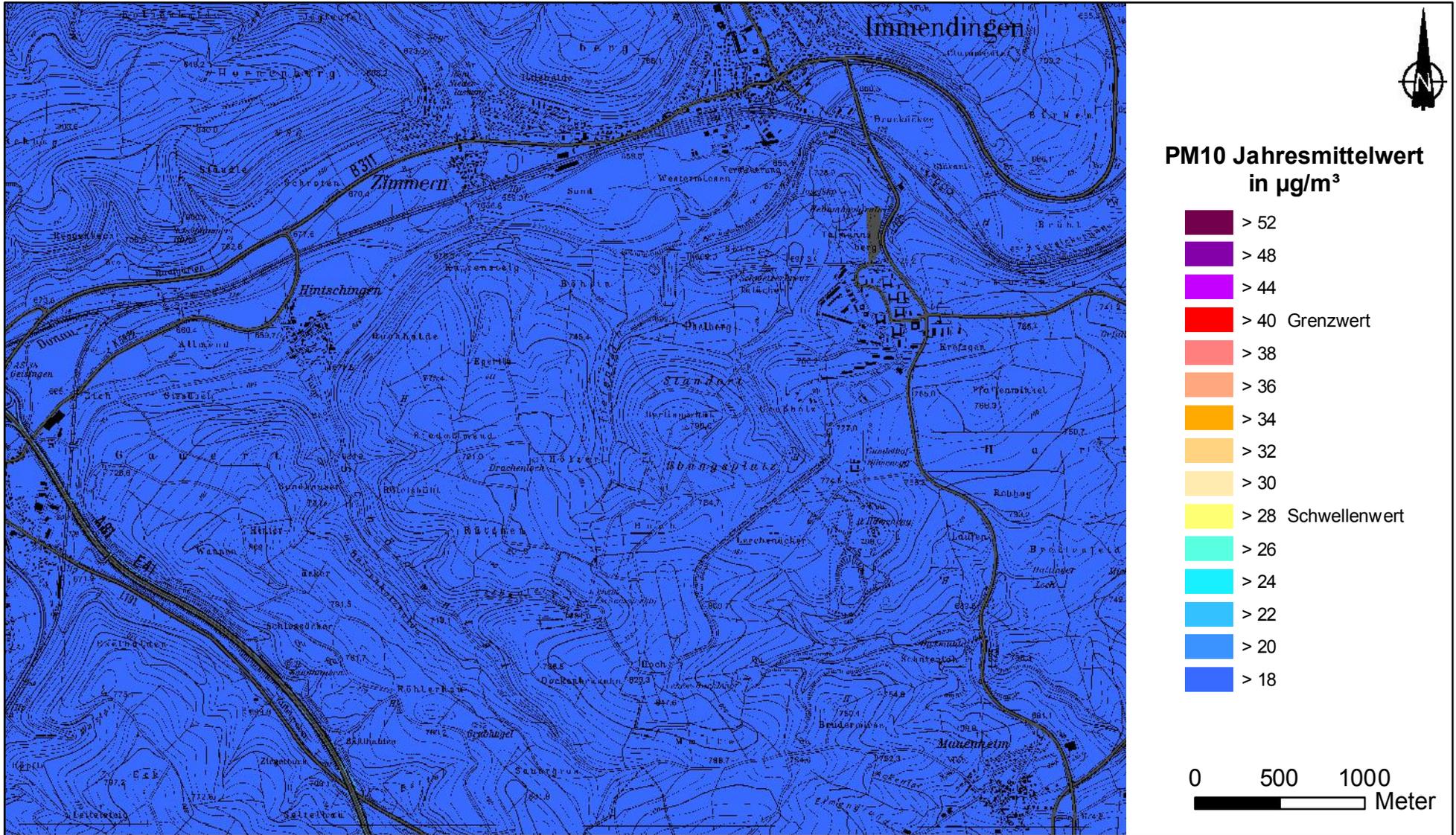
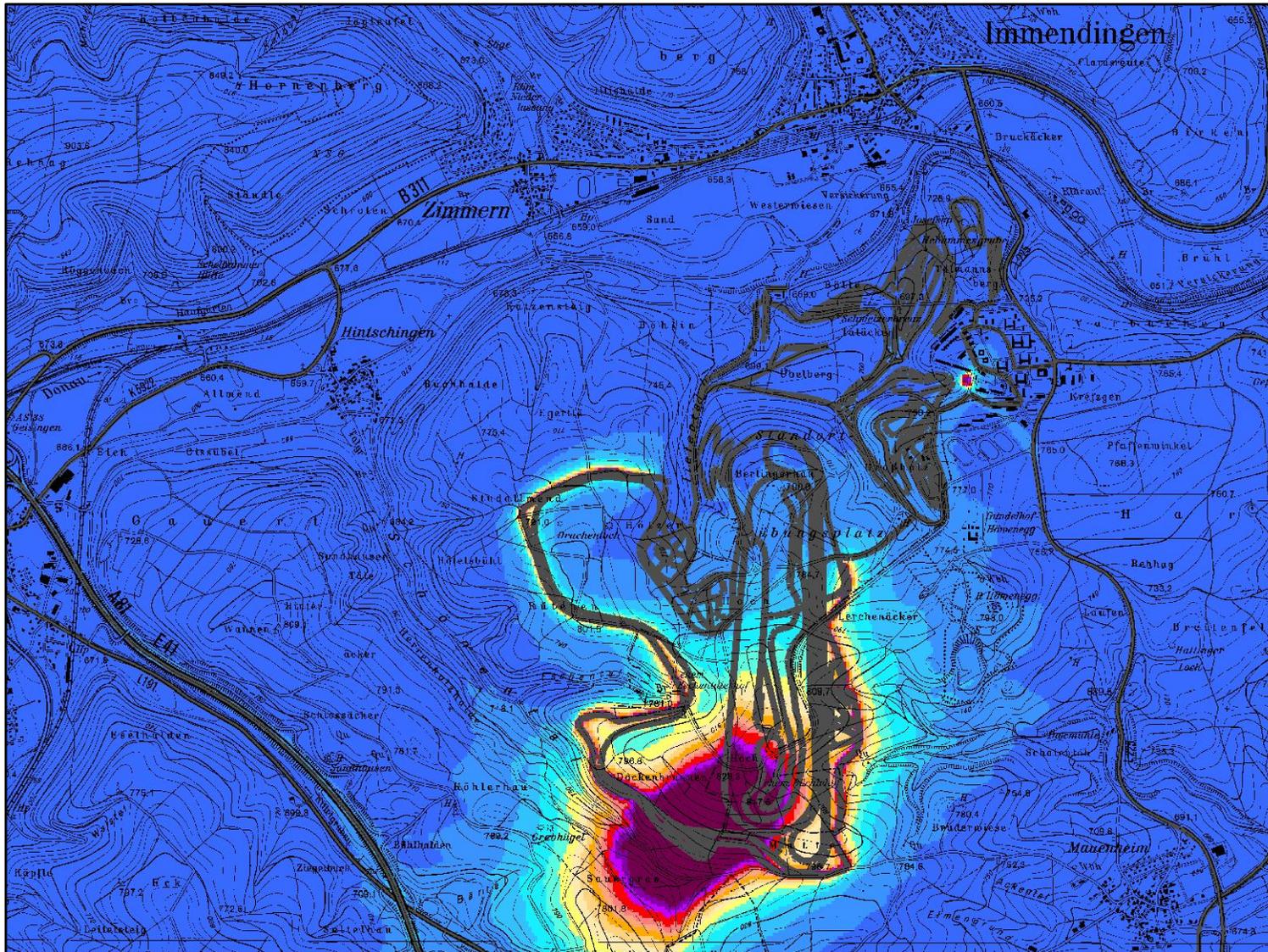


Abb. 6.8: Jahresmittelwert der PM10-Konzentration für den Prognosenullfall



**PM10 Jahresmittelwert
in $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

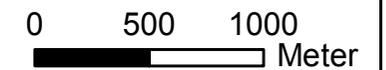
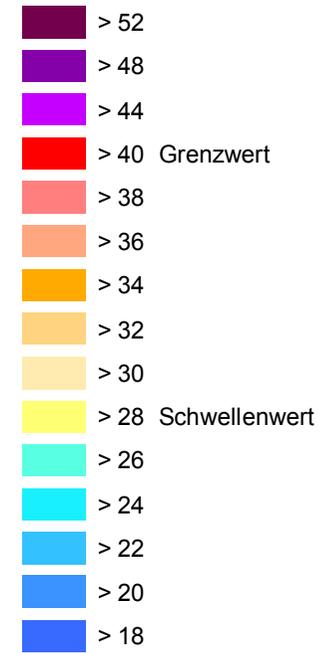


Abb. 6.9: Jahresmittelwert der PM10-Konzentration für den Planfall

allem in der Umgebung der Bereiche nicht befestigter Fahrwege mit entsprechenden werktäglichen Frequentierungen. Das betrifft vor allem einen Bereich mit Verschmutzungsbahnen im Süden des Geländes mit großem Abstand zu bestehenden Siedlungen. Dort prägen die nicht motorbedingten Beiträge die berechneten PM10-Immissionen. Im direkten Nahbereich der Rollenprüfstände sind kleinräumig höhere PM10-Immissionen ausgewiesen, die an der benachbarten Bebauung jedoch weniger als $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen. Aufgrund der kleinräumig geprägten Windverhältnisse ist eine Verfrachtung der Immissionen in Nachtstunden mit Kaltluftbedingungen nach Südosten prognostiziert.

Entsprechend den Prognosen sind an der nächstgelegenen Wohnbebauung von Immendingen PM10-Immissionen deutlich unter $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der nächstgelegenen Bebauung innerhalb des Testgeländes unter $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert sind. Aufgrund der großen Entfernung der Verschmutzungsstrecken zur bestehenden Wohnbebauung sind an der Wohnbebauung keine nennenswerten Beiträge durch den Betrieb des Prüf- und Technologiezentrums zu erwarten.

Für die Ortsdurchfahrt von Immendingen sind an der bestehenden Randbebauung PM10-Immissionen bis $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, überwiegend auch unter $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

Ergänzend werden die berechneten PM10-Immissionen für ausgewählte Immissionsorte, d.h. insbesondere Wohnnutzungen, für den Prognosenullfall, Prognosenullfall mit angenommener Vollausslastung der Kaserne, den Planfall mit dem Einsatz von Dieselmotoren im Prüf- und Technologiezentrum sowie den Planfall mit dem Einsatz von Benzinmotoren im Prüf- und Technologiezentrum in **Tab. 6.2** zusammengefasst, wobei die Lage der Immissionsorte der **Abb. 6.7** zu entnehmen ist.

Leicht erhöhte PM10-Immissionen sind an den betrachteten Immissionsorten im Nahbereich der B 311 im Zuge der Ortsdurchfahrten ermittelt. Dort nehmen die Immissionen aufgrund der Verkehrszunahme im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall etwas zu.

An der Bebauung im Nahbereich zum Gelände des Prüf- und Technologiezentrums sind am Immissionsort IO 17 gegenüber dem Prognosenullfall erhöhte PM10-Immissionen bedingt durch Fahrten auf nicht befestigten Streckenabschnitten abgeleitet. Das trifft auch auf Gebäude innerhalb des Geländes zu, die nahe zu Verschmutzungsstrecken gelegen sind.

Damit sind die PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) für den Planfall an der bestehenden Randbebauung der Ortsdurchfahrten in Bezug auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend **Tab. 3.2** als mittel bis leicht erhöht zu bezeichnen. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird an der bestehenden Randbebauung an den

Ortsdurchfahrten im Zuge der B 311 im Betrachtungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. An nächstgelegener Bebauung zu nicht befestigten Fahrstrecken im Gelände des geplanten Prüf- und Technologiezentrums sind gegenüber dem Prognosenullfall erhöhte PM10-Immissionen nicht auszuschließen, die dort jedoch auch nicht zu Überschreitungen des PM10-Kurzzeitbelastungsgrenzwertes führen.

Bezeichnung	Prognose- nullfall	Prognose- nullfall Vollaus- lastung	Planfall mit "Diesel"	Planfall mit "Benzin"
IO 1 - Immendingen, Bachzimmererstr 32	19	19	19	19
IO 2 - Immendingen, Schwarzwaldstraße 60	19	20	20	20
IO 3 - Immendingen, Schwarzwaldstraße 78	20	21	22	22
IO 4 - Immendingen, Am Hattinger Weg 1	18	18	20	19
IO 5 - Immendingen, Ziegelhütte 4	18	18	19	19
IO 6 - Immendingen, Basaltstraße 15	18	18	19	19
IO 7 - Immendingen, Im Gewerbepark 8	18	18	19	19
IO 8 - Zimmern, Beethovenstraße 7	18	19	19	19
IO 9 - Zimmer, Kreuzerweg 4	18	18	19	19
IO 10 – Z0immern, Dorfstraße 27	18	18	18	18
IO 11 - Hintschingen, Schöntalstraße 23	18	18	18	18
IO 12 - Immensitz (Neuhaus)	18	18	21	21
IO 13 - Mauenheim, Falkenstraße 20	18	18	19	19
IO 14 – Daxmühle	18	18	19	19
IO 15 - Am Hewenegg 1 (Gundelhof)	18	18	21	21
IO 16 - Am Hewenegg 2 NW	18	18	21	21
IO 17 - Am Hewenegg 8 NW	18	18	22	22
IO 18 - Im Krefzgen 2	18	18	20	20
IO 19 - Feldwebelwohnheim NW	18	18	20	20
IO 20 - Hagnenbühl (geplantes WA) nur intern	18	18	18	18

Tab. 6.2: Berechnete PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an ausgewählten Immissionsorten für den Prognosenullfall, Prognosenullfall mit angenommener Vollauslastung der Kaserne, den Planfall mit dem Einsatz von Dieselmotoren im Prüf- und Technologiezentrum sowie den Planfall mit dem Einsatz von Benzinmotoren im Prüf- und Technologiezentrum. Lage der Immissionsorte siehe **Abb. 6.7**.

6.1.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5)

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen (PM2.5) werden zwei Beurteilungswerte festgelegt. Diese sind der Grenzwert (Jahresmittelwert), der ab dem Jahr 2015 einzuhalten ist und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert), der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM2.5-Jahresmittelwerte beschrieben und mit Blick auf die beiden Werte von 25 µg/m³ und 20 µg/m³ diskutiert.

In **Tab. 6.3** sind die berechneten PM2.5-Immissionen für ausgewählte Immissionsorte, d.h. insbesondere Wohnnutzungen, für den Prognosenullfall, Prognosenullfall mit angenommener Vollausslastung der Kaserne, den Planfall mit dem Einsatz von Dieselmotoren im Prüf- und Technologiezentrum sowie den Planfall mit dem Einsatz von Benzinmotoren im Prüf- und Technologiezentrum zusammengefasst, wobei die Lage der Immissionsorte der **Abb. 6.7** zu entnehmen ist.

Bezeichnung	Prognose- nullfall	Prognose- nullfall Vollaus- lastung	Planfall mit "Diesel"	Planfall mit "Benzin"
IO 1 - Immendingen, Bachzimmererstr 32	15	15	15	15
IO 2 - Immendingen, Schwarzwaldstraße 60	15	16	16	16
IO 3 - Immendingen, Schwarzwaldstraße 78	16	17	18	18
IO 4 - Immendingen, Am Hattinger Weg 1	14	14	15	15
IO 5 - Immendingen, Ziegelhütte 4	14	14	14	14
IO 6 - Immendingen, Basaltstraße 15	14	14	14	14
IO 7 - Immendingen, Im Gewerbepark 8	14	14	14	14
IO 8 - Zimmern, Beethovenstraße 7	14	15	15	15
IO 9 - Zimmer, Kreuzerweg 4	14	14	14	14
IO 10 – Z0immern, Dorfstraße 27	14	14	14	14
IO 11 - Hintschingen, Schöntalstraße 23	14	14	14	14
IO 12 - Immensitz (Neuhaus)	14	14	15	15
IO 13 – Mauenheim, Falkenstraße 20	14	14	14	14
IO 14 – Daxmühle	14	14	14	14
IO 15 - Am Hewenegg 1 (Gundelhof)	14	14	15	15
IO 16 - Am Hewenegg 2 NW	14	14	15	15
IO 17 - Am Hewenegg 8 NW	14	14	15	15
IO 18 - Im Krefzgen 2	14	14	15	15
IO 19 - Feldweibelwohnheim NW	14	14	15	15
IO 20 - Hagnenbühl (geplantes WA) nur intern	14	14	14	14

Tab. 6.3: Berechnete PM2.5-Immissionen (Jahresmittelwerte) in µg/m³ an ausgewählten Immissionsorten für den Prognosenullfall, Prognosenullfall mit angenommener Vollausslastung der Kaserne, den Planfall mit dem Einsatz von Dieselmotoren im Prüf- und Technologiezentrum sowie den Planfall mit dem Einsatz von Benzinmotoren im Prüf- und Technologiezentrum. Lage der Immissionsorte siehe **Abb. 6.7**.

Leicht erhöhte PM_{2.5}-Immissionen sind an den betrachteten Immissionsorten im Nahbereich der B 311 im Zuge der Ortsdurchfahrten ermittelt. Dort nehmen die Immissionen aufgrund der Verkehrszunahme im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall etwas zu.

An der Bebauung im Nahbereich zum Gelände des Prüf- und Technologiezentrums sind am Immissionsort IO 4 gegenüber dem Prognosenullfall erhöhte PM_{2.5}-Immissionen bedingt durch Fahrten auf nicht befestigten Streckenabschnitten abgeleitet; der PM_{2.5}-Grenzwert wird dort nicht überschritten.

6.2 Ergebnisse hinsichtlich dem Schutz der Vegetation

Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung wird in der 39. BImSchV für NO_x ein Grenzwert zum Schutz der Vegetation von 30 µg/m³ im Jahresmittel angeführt, welcher auf Bereiche anzuwenden ist, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind. Aufgrund der Nähe zur A 81 ist damit eine Anwendung nicht direkt gegeben.

Daneben gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründete Zielwerte für N-Depositionen zum Schutz von Vegetationseinheiten darstellen. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil des Gutachtens.

6.2.1 Stickstoffoxidimmissionen

Abb. 6.10 und **Abb. 6.11** zeigen die für das Bezugsjahr 2017 berechneten NO_x-Jahresmittelwerte der bodennahen Luftkonzentrationen (Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und verkehrsbedingter Zusatzbelastung) innerhalb des Bereichs, in dem auch die Magerrasenflächen gelegen sind. Die NO_x-Hintergrundbelastung wurde aus vorliegenden Messdaten abgeleitet. Die Magerrasenflächen sind in den Darstellungen grün umrandet.

Im Prognosenullfall (**Abb. 6.10**) sind im Nahbereich der bestehenden Straßen durch den Kfz-Verkehr gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte NO_x-Immissionen im Jahresmittel berechnet, die an der B 311 und teilweise an der L 225 über 30 µg/m³ liegen. Im überwiegenden Bereich des dargestellten Ausschnittes sind NO_x-Immissionen unter 30 µg/m³ berechnet. An einem Magerrasenbereich an der L 225 sind NO_x-Immissionen über 30 µg/m³ berechnet.

Für die Planvariante (**Abb. 6.11**) sind entlang den Straßen sowie Fahrstrecken innerhalb des Geländes des geplanten Prüf- und Technologiezentrums teilweise NO_x-Jahresmittel über 30 µg/m³ berechnet. Davon sind vereinzelt Bereiche mit Magerrasen im nördlichen Bereich des Geländes des geplanten Prüf- und Technologiezentrums betroffen

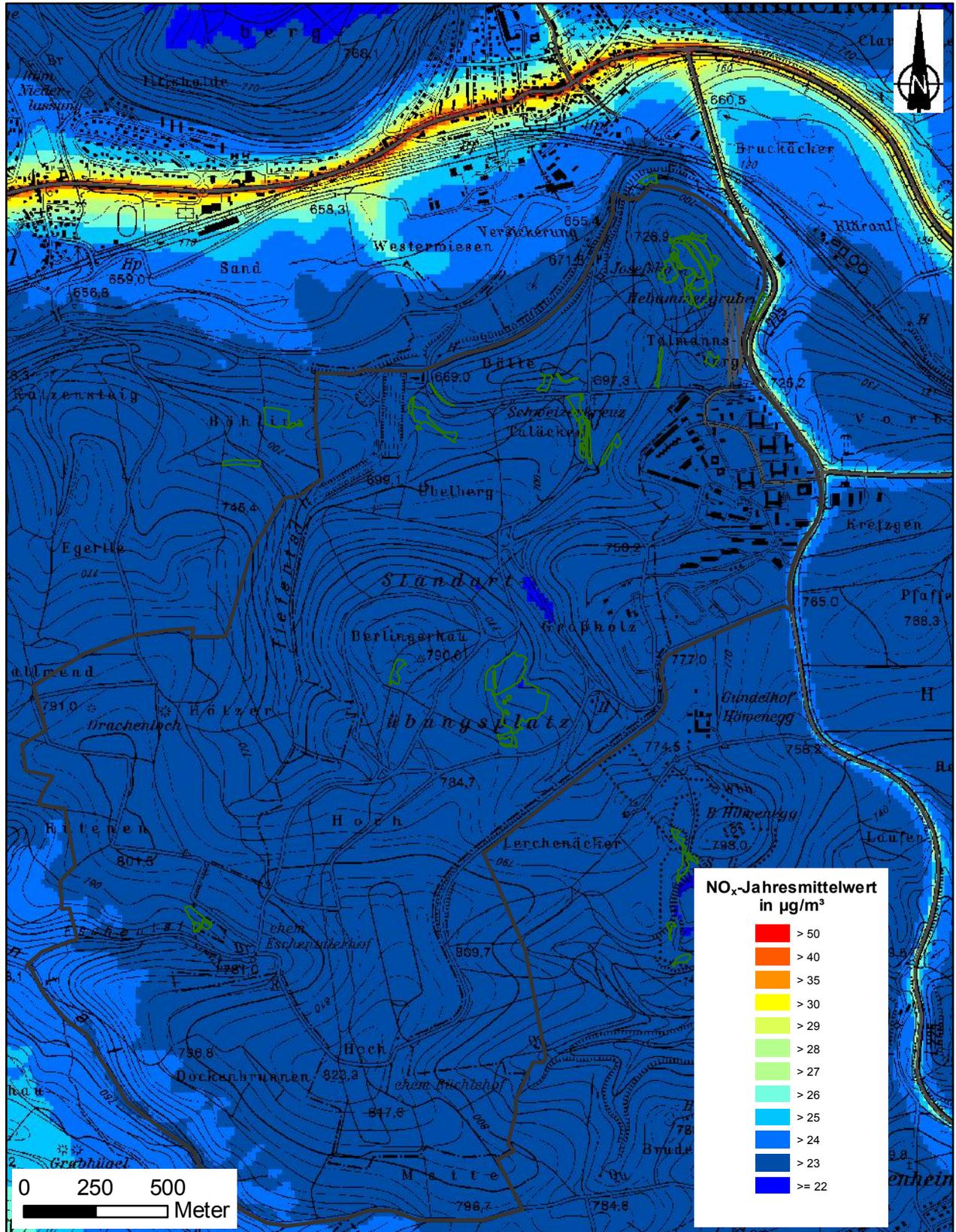


Abb. 6.10: Jahresmittelwert der NO_x-Konzentration für den Prognosenußfall

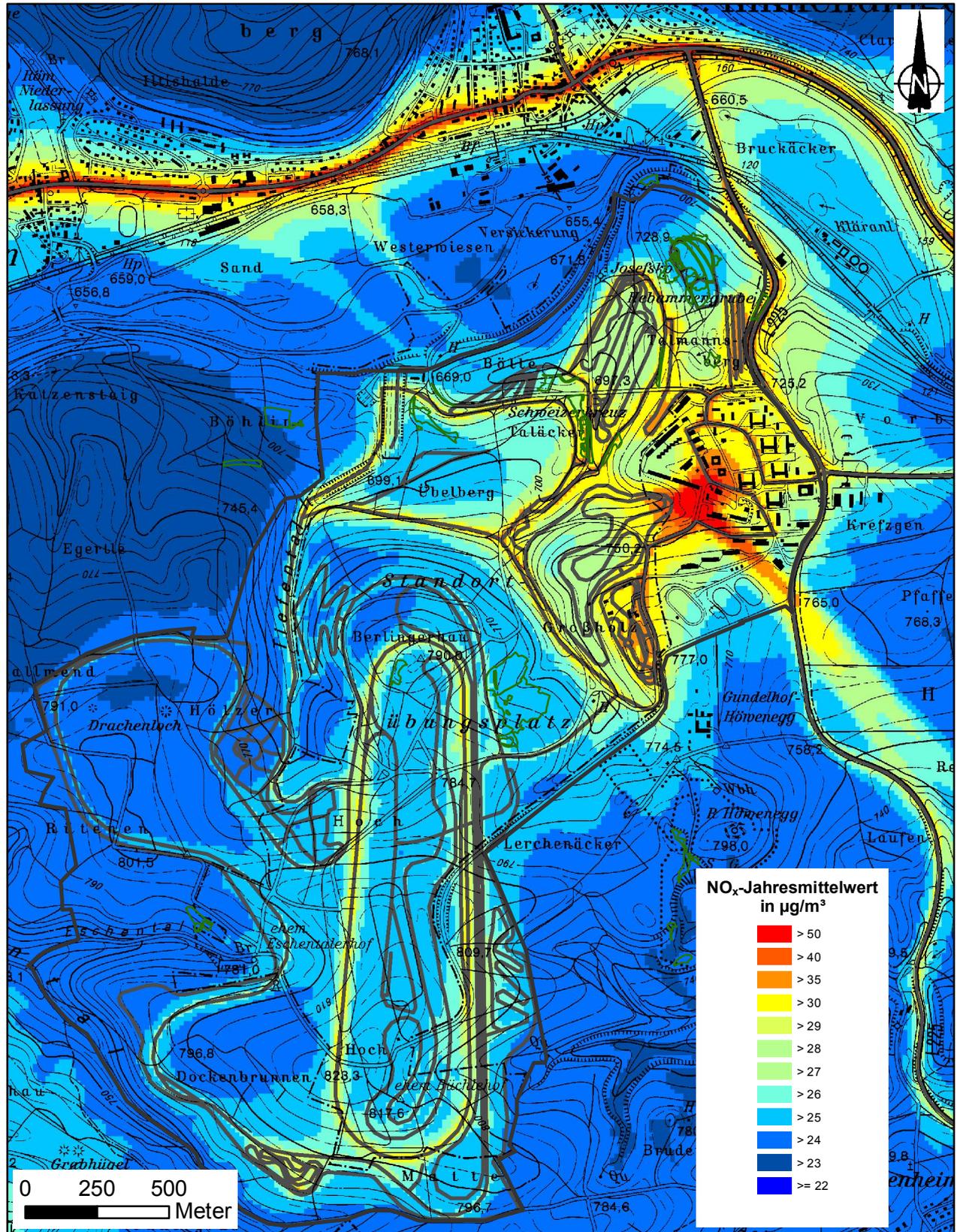


Abb. 6.11: Jahresmittelwert der NO_x-Konzentration für den Planfall

6.2.2 Stickstoffdeposition

Abb. 6.12 und **Abb. 6.13** zeigen die berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag (N-Depositionen) resultierend aus den verkehrsbedingten NO_x - und Ammoniaketrägen des jeweiligen Betrachtungsfalles. Die Magerrasenbereiche sind in den Darstellungen grün umrandet. Die Farblegende zur Darstellung des verkehrsbedingten zusätzlichen Stickstoffeintrags in die Magerrasenbereiche wird mit einer Unterteilung in Schritten von $0.5 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ gewählt, ergänzt durch eine geringste Klasse von $0.3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ entsprechend den Ausführungen des Entwurfs des Forschungsberichtes der BAST (2012) „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotop“, dessen Inhalte zusammengefasst veröffentlicht sind in Balla et al. (2013). Eine feinere Unterteilung ist im Verhältnis zur Aussageschärfe nicht geboten. Dies entspricht in den vorliegenden Berechnungen einer verkehrsbedingten NO_x -Zusatzbelastung (Jahresmittel) von weniger als $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Solch geringe Konzentrationen sind im Zusammenhang mit Messdaten kaum von Schwankungen der Hintergrundbelastung zu unterscheiden (siehe **Tab. 4.1**). Damit ist bei dieser geringen Konzentration ein Vergleich von berechneten Immissionen mit Messdaten mit Unsicherheiten verbunden. Für geringere Konzentrationen bzw. Stickstoffeinträge sind weniger belastbare Aussagen gegeben. Die berechneten Stickstoffeinträge werden in $\text{kg}/(\text{ha} \times \text{a})$ mit einer Nachkommastelle ausgegeben; gerundet entsprechend DIN 1333 (1992).

Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass die Angaben über den bestehenden Stickstoffeintrag („Vorbelastungsdaten Stickstoff“ (<http://gis.uba.de/website/depo1/viewer.htm>)) in Schritten von $1 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ angegeben werden.

Im Prognosenullfall (**Abb. 6.12**) liegt die verkehrsbedingte zusätzliche N-Deposition in nahezu allen Magerrasenbereichen im Untersuchungsgebiet unter $0.3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$. An dem Magerrasenbereich an der L 225 sind Stickstoffeinträge bis leicht über $4 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ berechnet.

Für den Planfall (**Abb. 6.13**) sind im Gelände des geplanten Prüf- und Technologiezentrums für die Magerrasenbereiche Stickstoffeinträge bis ca. $2 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ prognostiziert. In dem Magerrasenbereich an der L 225 sind bedingt durch den erhöhten Verkehr Stickstoffeinträge bis ca. $10 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ berechnet.

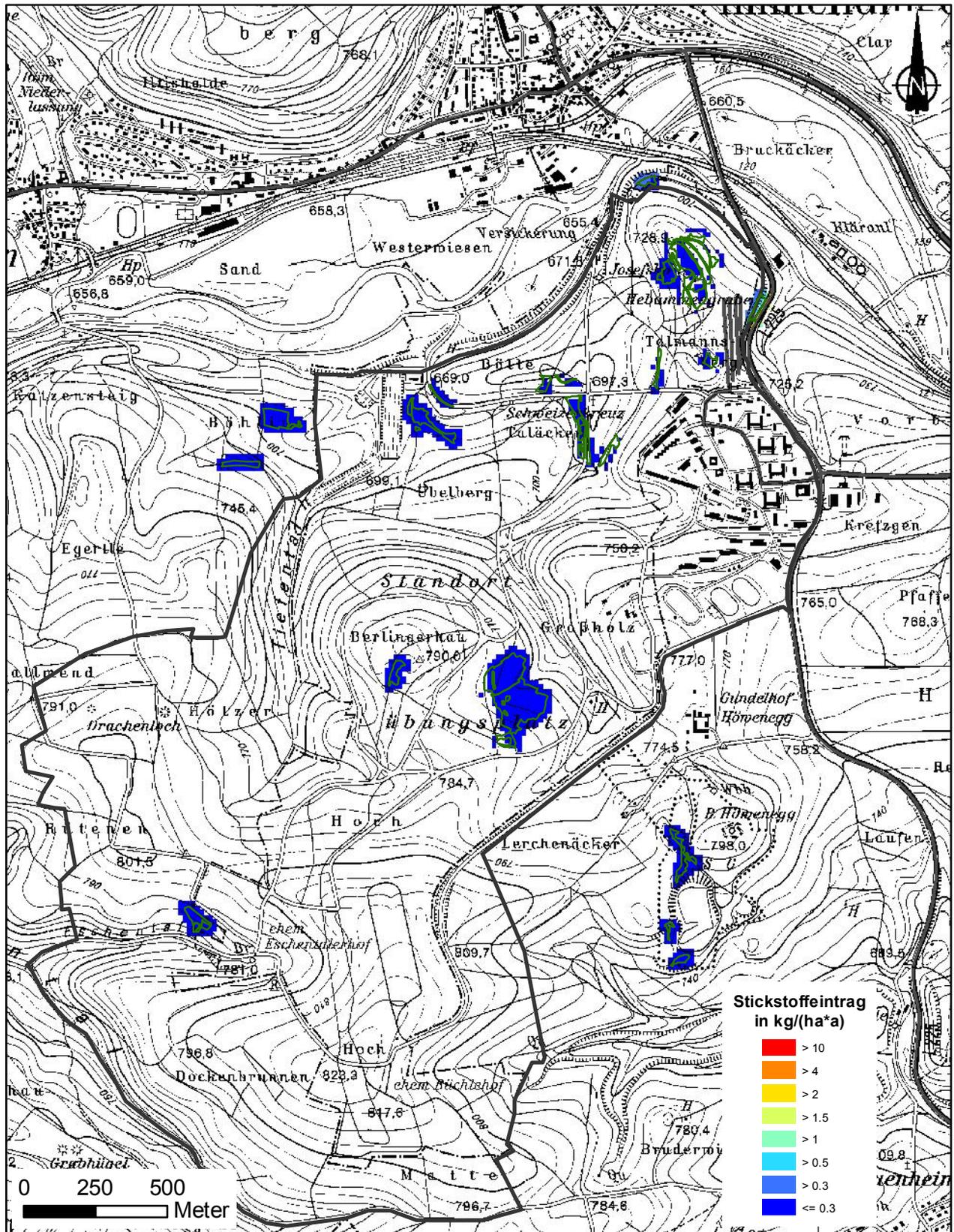


Abb. 6.12: Stickstoffeintrag durch Kfz-Verkehr (verkehrsbedingte Zusatzbelastung, Jahresmittelwerte) auf den Flächen mit Magerrasen für den Prognosenullfall

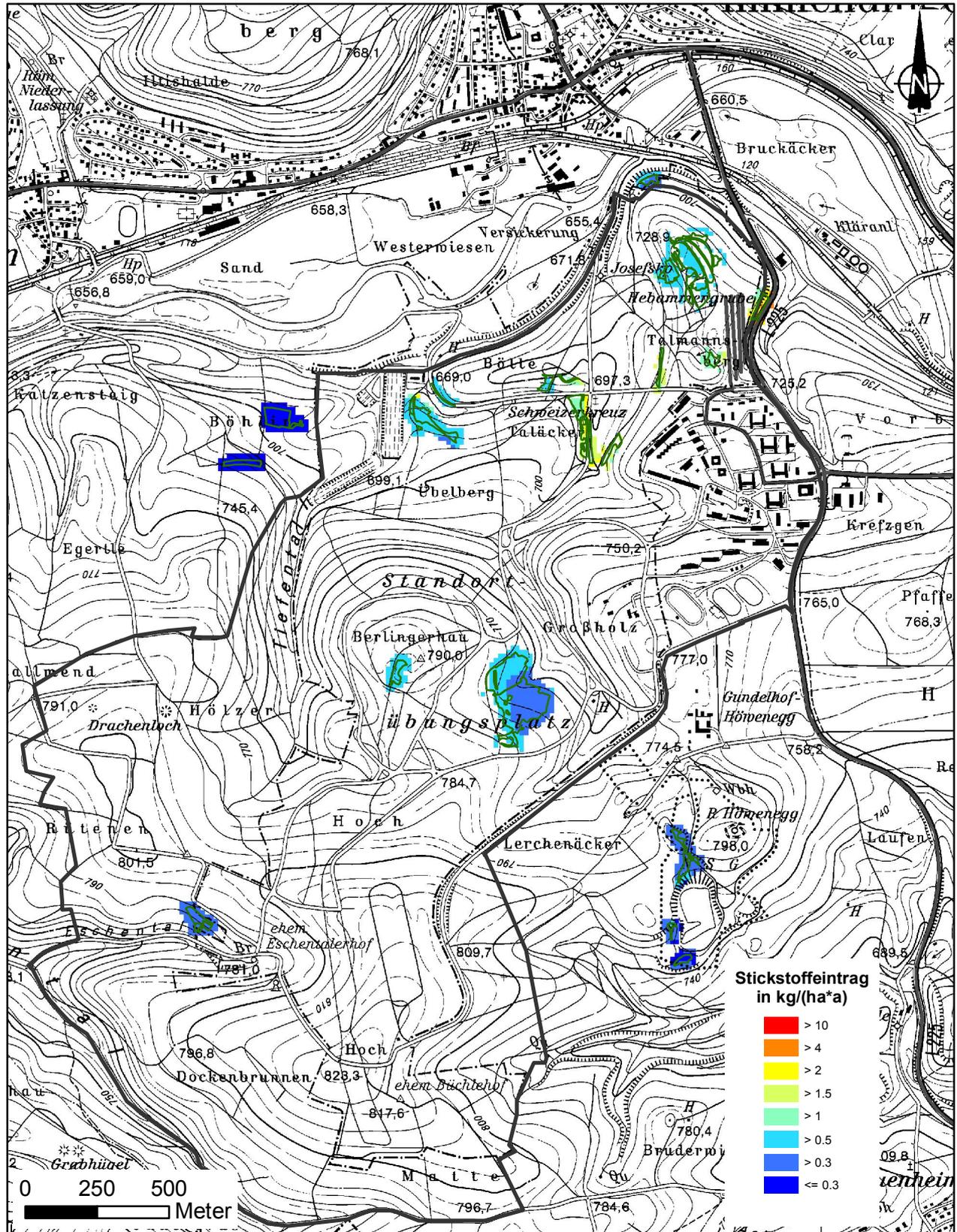


Abb. 6.13: Stickstoffeintrag durch Kfz-Verkehr (verkehrsbedingte Zusatzbelastung, Jahresmittelwerte) auf den Flächen mit Magerrasen für den Planfall

Die Änderung der Stickstoffdeposition im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall 2017 ist in **Abb. 6.14** dargestellt. Bereiche außerhalb der ausgewerteten Magerrasenbereiche sind ohne Farben dargestellt; das trifft auch auf die Anteile der Magerrasenbereiche zu, in denen geplante Fahrwege angenommen wurden. Gegenüber dem Prognosenullfall sind im Planfall innerhalb des Geländes des geplanten Prüf- und Technologiezentrums überwiegend Zunahmen des Stickstoffeintrags über $0.3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ und bis $3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ berechnet. In dem Magerrasenbereich an der L 225 sind Zunahmen des Stickstoffeintrags zwischen $1 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ und $8 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ prognostiziert.

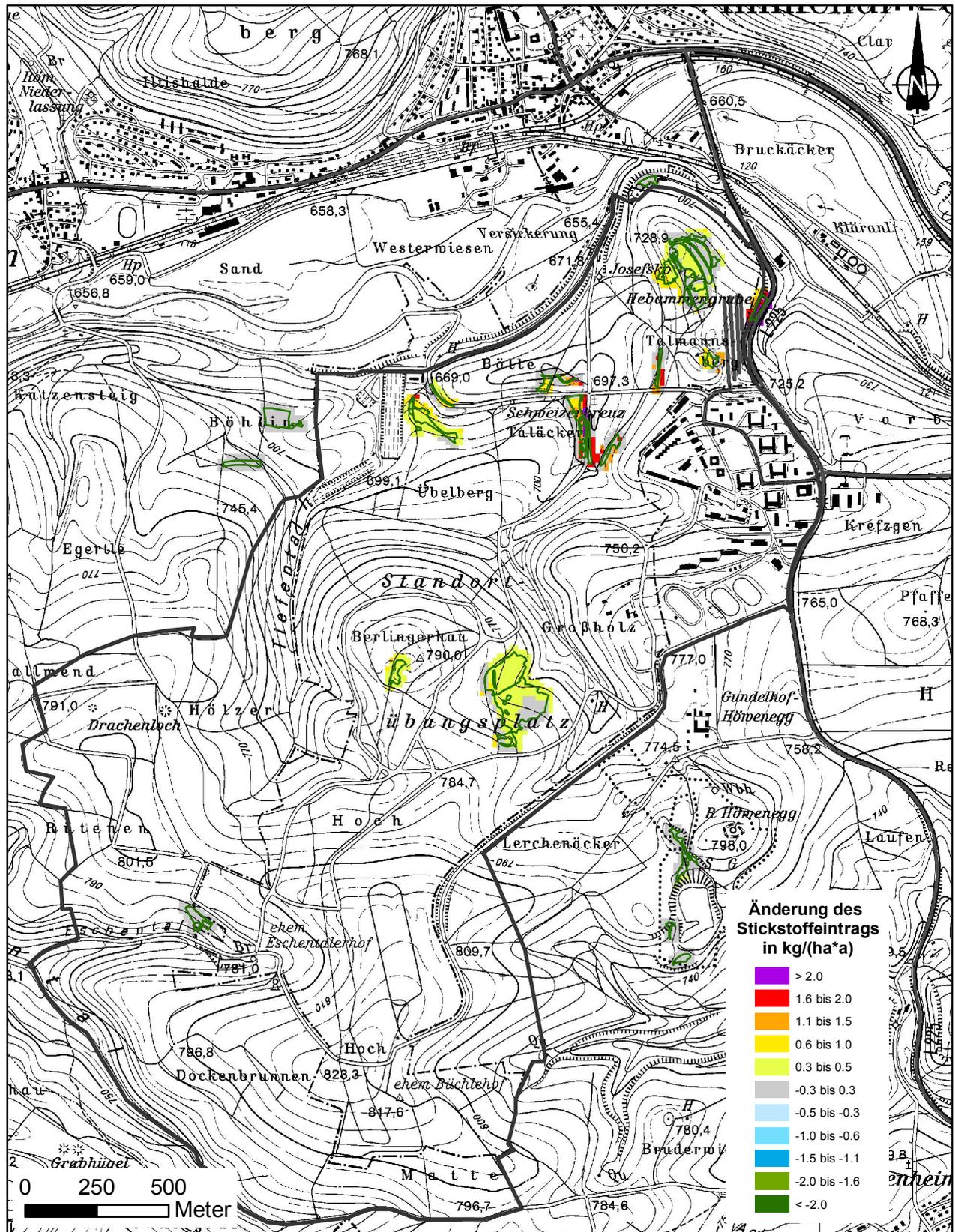


Abb. 6.14: Änderung des Stickstoffeintrags durch Kfz-Verkehr (verkehrsbedingte Zusatzbelastung, Jahresmittelwerte) auf den Flächen mit Magerrasen für den Planfall im Vergleich zum Prognosenullfall

7 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004. (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010.
- Bachhiesl, M., Narodoslowsky, M., Sturm, P.-J. (2002): Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen. UVP-report 1+2/2002.
- Balla, S., Lorentz, H., Uhl, R., Schlutow, A. (2013): Beurteilung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßenbauvorhaben und Modellierung verkehrsbedingter Stickstoffeinträge in FFH-Gebiete. Veröffentlicht in: Tagungsbeiträge zum Kolloquium „Luftqualität an Straßen“ am 20. und 21. März 2013, Bergisch Gladbach. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- BAST (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BAST (2012): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Forschungsbericht FE 84.0102/2009. Entwurf des Berichtes (bislang unveröffentlicht).

- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu der Feinstaubfraktion $PM_{2.5}$ an den Immissionsschutz? Immissionsschutz 3/09.
- CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidbook - 2007. EEA (European Environment Agency). Publish date: 5 Dec 2007. In: Technical report No 16/2007.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of health impacts of exposure to $PM_{2.5}$ at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate Change, June 2009.
- DIN 1333 (1992): Zahlenangaben. DIN 1333. Normenausschuss Einheiten und Formelgrößen (AEF) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Normenausschuss Qualitätssicherung und angewandte Statistik (AQS) im DIN. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- Düring und Lohmeyer (2011): Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.
- Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., Imhof, D., Weingartner, E., Baltensperger, U. (2003): Verifikation von PM_{10} -Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003.
www.empa.ch/plugin/template/empa/700/5750/---/l=1.
- Goossens, D., Buck, B. (2009): Dust emission by off-road driving: Experiments on 17 arid soil types, Nevada, USA. In: Geomorphology (2009), doi:10.1016/j.geomorph.2008.12.001.
- Herzog & Bachmann (2007): Angaben zu der LRT/WST im FFH-Gebiet und Flächen außerhalb, Herzog & Bachmann GbR, Kassel, 25.07.2007.
Persönliche Mitteilung über die Zuordnung von Landbedeckungsklassen durch die FÖA Landschaftsplanung GmbH, Trier, 13.07.2007.

- Israël, G.W., Pesch, M., Schlums, C. (1994): Bedeutung des Reifenabriebs für die Rußemission des Kfz-Verkehrs. In: Staub - Reinhaltung der Luft 54, S. 423-430. Springer-Verlag, Berlin.
- Janicke (2011): Ausbreitungsmodell LASAT. Referenz- und Arbeitsbuch zu Version 3.2.15 Ingenieurbüro Janicke - Gesellschaft für Umwelphysik, Überlingen, 09.02.2011.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.
- Lohmeyer (2010): Verursacher, flächenhafte Belastung und Tendenzen für PM2.5 in Sachsen – Aktualisierung 2009. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul (unter Mitarbeit der TU Dresden und IFEU, Heidelberg). Projekt 70581-09-10. Gutachten im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Dresden.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, www.lua.nrw.de bzw. www.lanuv.nrw.de.
- LUBW (2007-2012): Jahresdaten 2006-2011 – Kenngrößen der Luftqualität. Hrsg.: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe. Im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de.
- Palmgren, F., Wahlin, P., Berkowicz, R., Ketzler, M., Illerup, J.B., Nielsen, M., Winther, M., Glasius, M., Jensen, B. (2003): Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. NERI Technical Report No. 460. Hrsg.: Ministry of Environment – National Environmental Research Institut / Denmark.
http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR460.PDF
- Praxl (2013): Fachgutachten Verkehr und Infrastruktur für das Daimler Prüf- und Technologiezentrum Immendingen. Bearb.: Praxl + Partner Beratende Ingenieure GmbH, Filderstadt im Auftrag der Daimler AG, Sindelfingen.

- TREMODO (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2003): Umweltdaten Deutschland online <http://www.env-it.de/umweltdaten/open.de>.
- UBA (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.1 / Januar 2010. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- UBA (2011): Vorbelastungsdaten Stickstoff TA Luft Nr. 4.8: Umweltbundesamt, <http://gis.uba.de/website/depo1/>.
- UBA (2013)a: Stickstoffdioxid (NO₂) im Jahr 2012. Umweltbundesamt, Berlin, <http://www.env-it.de/luftdaten>, Stand 16.01.2013
- UBA (2013)b: Feinstaub (PM₁₀) im Jahr 2012. Umweltbundesamt, Berlin, <http://www.env-it.de/luftdaten>, Stand 16.01.2013
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI (1985): Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3. VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1. Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure. Juni 1985.
- VDI (2003): Umweltmeteorologie. Kfz-Emissionsbestimmung. Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782, Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, Düsseldorf, November 2003.
- VDI (2006): Umweltmeteorologie. Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Depositionsparameter. Richtlinie VDI 3782, Blatt 5. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, Düsseldorf, April 2006.
- VDI (2010): Umweltmeteorologie. Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen. Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Richtlinie VDI 3790, Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Januar 2010.

A N H A N G A 1
BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN
KFZ-STRASSEN

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z.B. Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von PM_{10} und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

Ergänzend zu diesen Grenzwerten nennt die 39. BImSchV Toleranzmargen; das sind in jährlichen Stufen abnehmende Werte, um die der jeweilige Grenzwert innerhalb festgesetzter Fristen überschritten werden darf, ohne in Deutschland die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Diese Werte werden als Übergangsbeurteilungswerte bezeichnet, sofern sie aufgrund der zeitlichen Zusammenhänge in den Betrachtungen der Planungen Berücksichtigung finden.

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für $\text{PM}_{2.5}$, Arsen, Kadmium, Nickel und

Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	ab 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m ³	seit 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. In der 39. BImSchV wurden u.a. die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben wurden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der ab dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist. Für davor liegende Jahre werden Toleranzmargen genannt, die hier im Kap. A1.2 beschrieben werden.

A1.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu

den Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte bzw. Zielwerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität.

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen PM2.5-Jahresmittelwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus, der bereits heute eingehalten werden sollte und ab dem Jahr 2015 ein Grenzwert wird.

Für den Immissionsgrenzwert für PM2.5 von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab dem Jahr 2015 wurde eine Toleranzmarge von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erlassen, die sich ab dem 1. Januar 2009 in jährlichen Stufen um ein Siebentel (ca. $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vermindert. Diese Toleranzmarge darf überschritten werden, ohne die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Der jeweilige jährliche Wert wird hier als Übergangsbeurteilungswert bezeichnet.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM2.5-Exposition von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM2.5-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM2.5-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20%, mindestens jedoch soll das Ziel von $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2020 erreicht werden.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit ihrer Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union am 11. Juni 2008 in Kraft getreten. Mit der 39. BImSchV hat die Bundesregierung die EU-Richtlinie weitgehend in nationales Recht umsetzt.

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein PM2.5-Richtgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 wird dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft.

A N H A N G A 2
AUSBREITUNGSMODELL LASAT

A2 AUSBREITUNGSMODELL LASAT

Das Ausbreitungsmodell **LASAT** (Janicke, 2011) berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der unteren Atmosphäre im mikro- und mesoskaligen Bereich. Es basiert auf einem Lagrange-Modell (Teilchen-Simulation), bei dem die Dispersion der Stoffteilchen in der Atmosphäre durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird. Eine Abgasfahnenüberhöhung wird parametrisch erfasst (gemäß Richtlinie VDI 3782 Blatt 3 (VDI, 1985)). Für komplexes Gelände ist im meteorologischen Präprozessor ein diagnostisches Windfeldmodell integriert, welches auch die Umströmung von Gebäuden modellieren kann. Dreidimensionale Wind- und Turbulenzfelder, in denen z.B. der Einfluss von Gebäuden oder Unebenheiten des Geländes berücksichtigt sind, können auch explizit vorgegeben werden. Für eine Umsetzung der Ergebnisse von ABC, MISKAM, FITNAH oder KALM in Eingabe-Files von LASAT stehen separate Programme zur Verfügung. Es können beliebig viele Emissionsquellen als Punkt-, Linien-, Flächen-, Raster- oder Volumenquellen definiert werden. Die meteorologischen Parameter der Ausbreitungsrechnung können als Zeitreihe vorgegeben werden. Es wird die über fortlaufende Zeitintervalle gemittelte dreidimensionale Konzentrationsverteilung der emittierten Spurenstoffe und die Massenstromdichte ihrer Deposition am Erdboden berechnet. Liegen die meteorologischen Daten als Zeitreihe über ein Jahr oder als Jahresstatistik vor, können auch Jahresmittelwert und Perzentile berechnet werden. Im Nahbereich von Quellen kann die Ausbreitungsrechnung mit erhöhter räumlicher Auflösung durchgeführt werden.

A N H A N G A 3
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

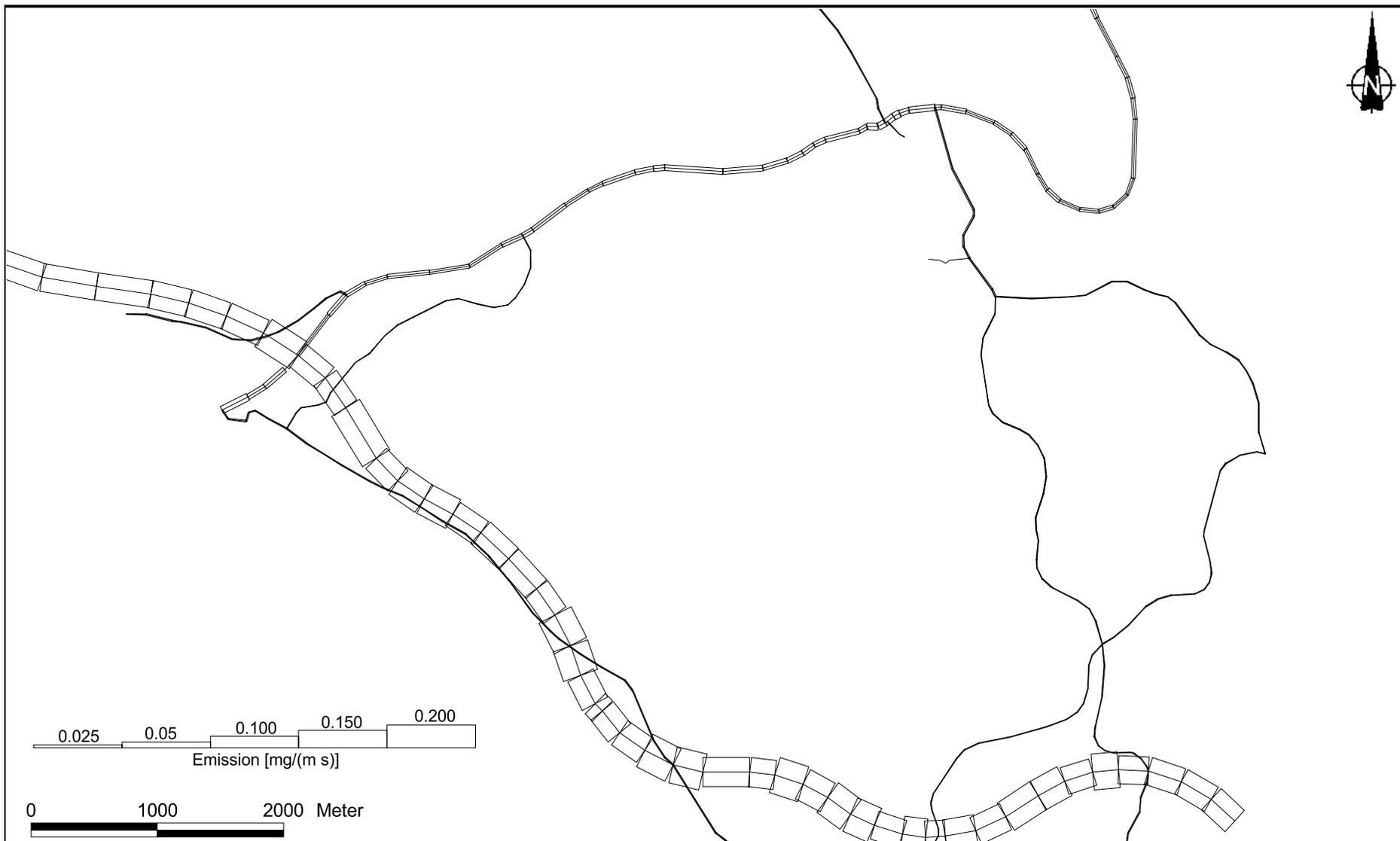


Abb. A3.1: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

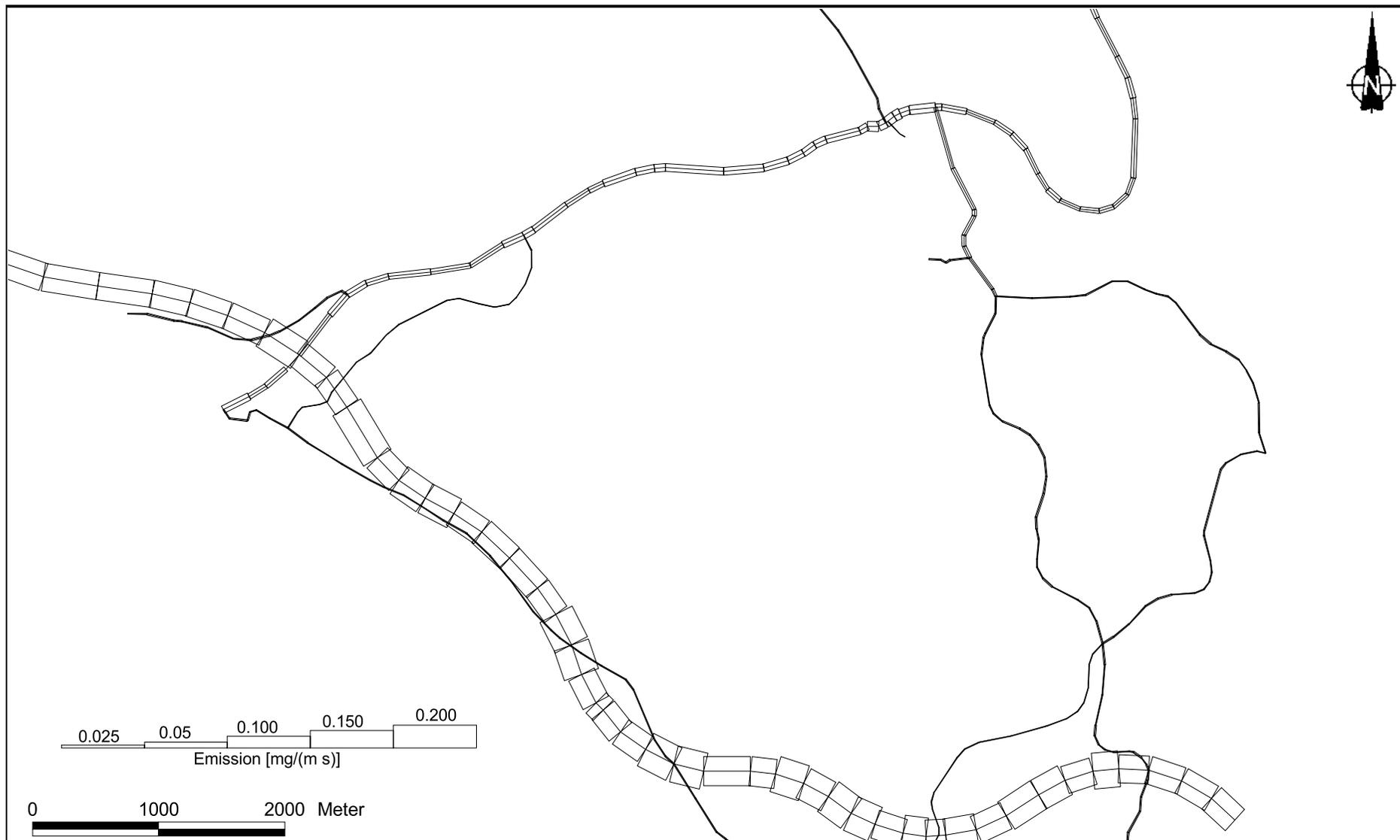


Abb. A3.2: Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall mit Vollausslastung der Kaserne

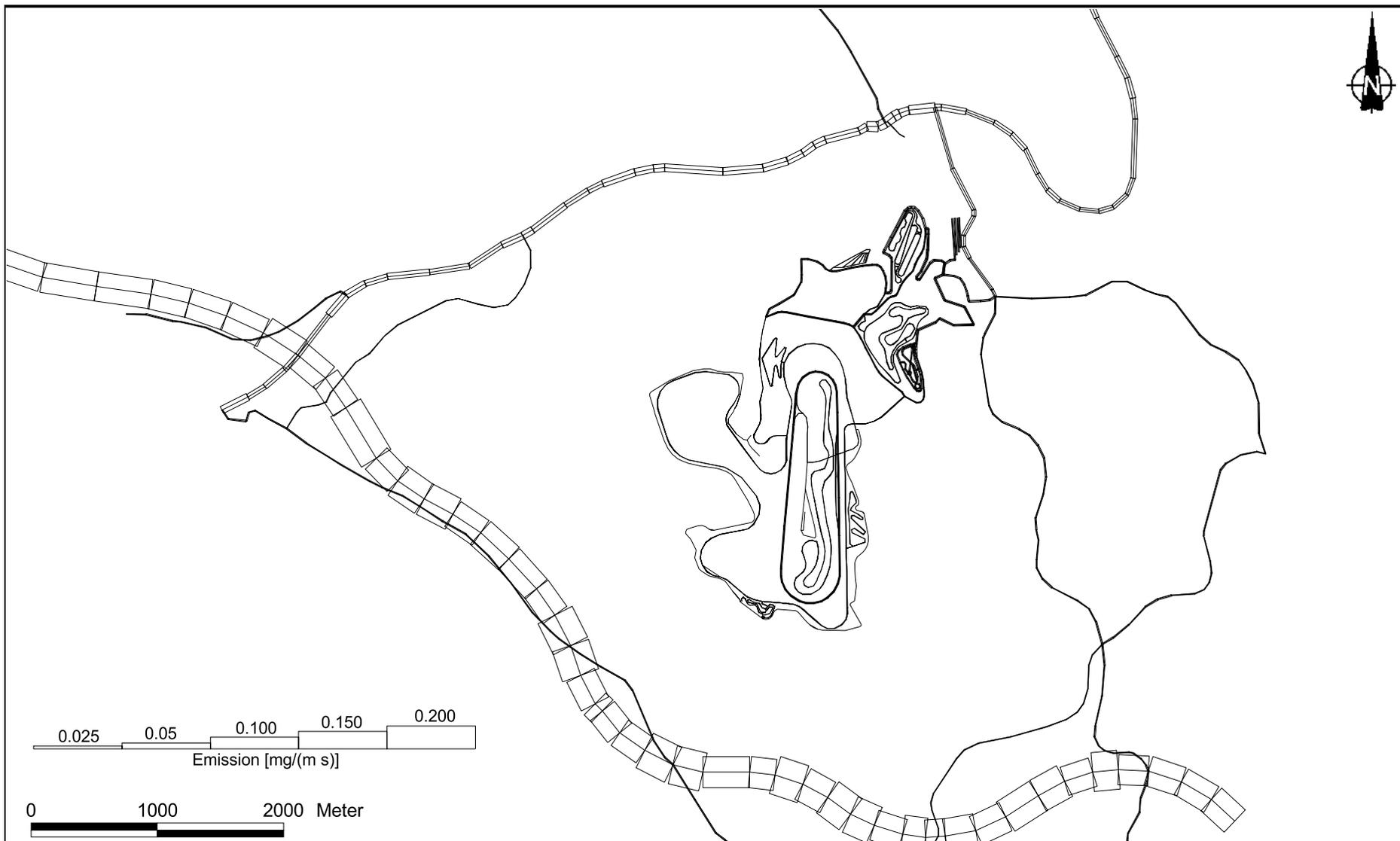


Abb. A3.3: Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall sowie den Fahrten im Gelände des geplanten Prüf- und Technologiezentrums

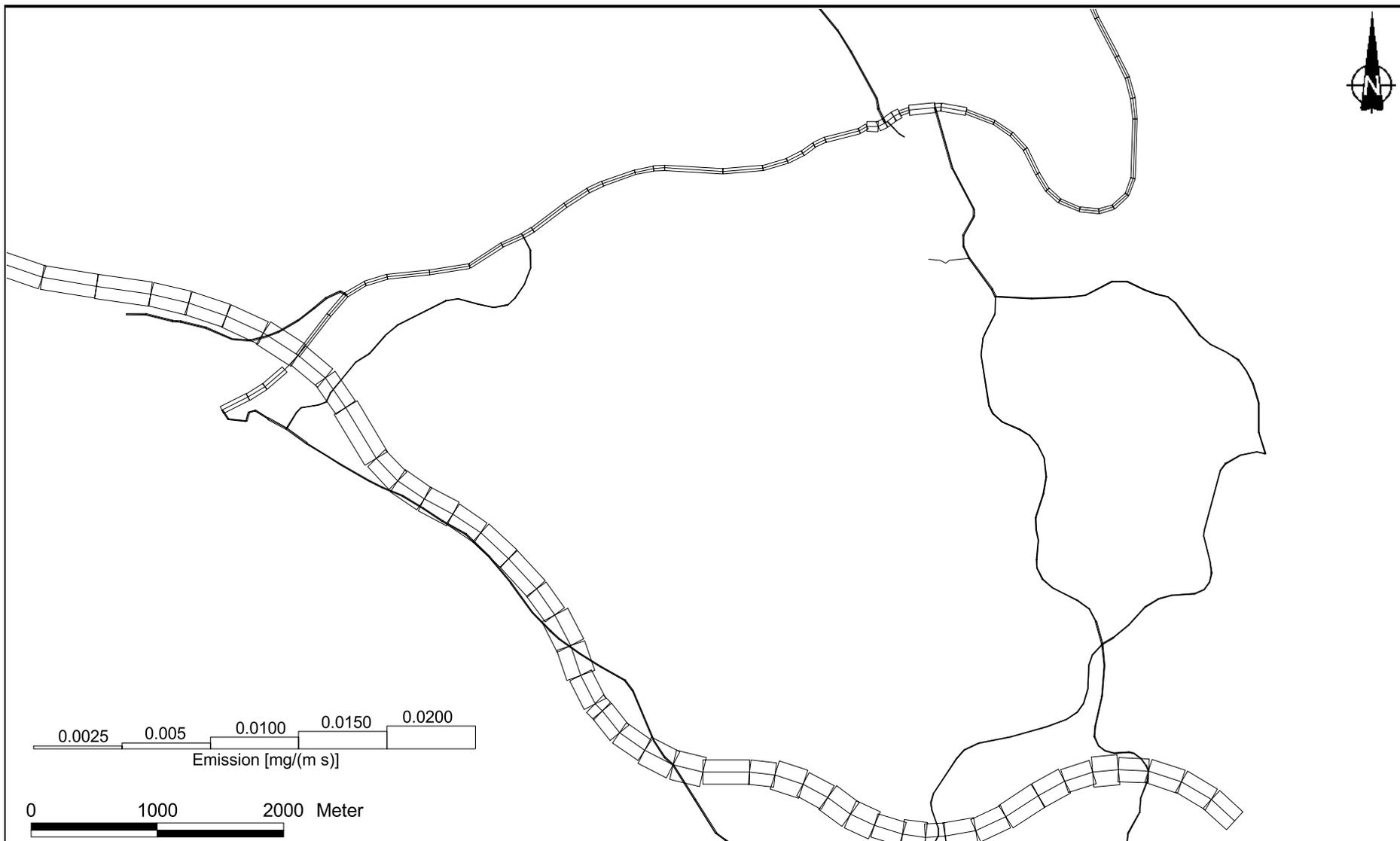


Abb. A3.4: Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

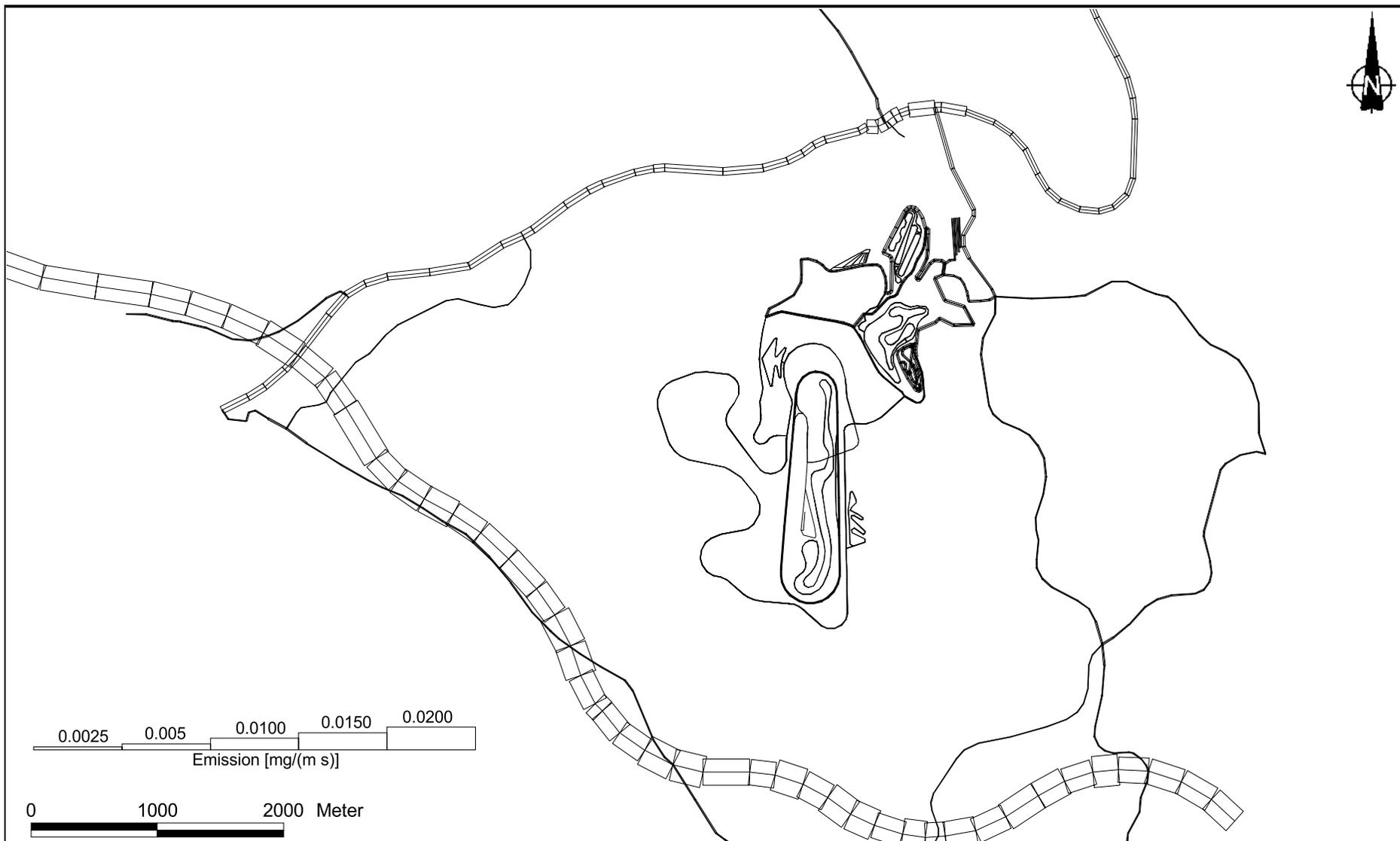


Abb. A3.5: Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall ohne Fahrbewegungen auf unbefestigten Streckenabschnitten im Gelände des geplanten Prüf- und Technologiezentrums

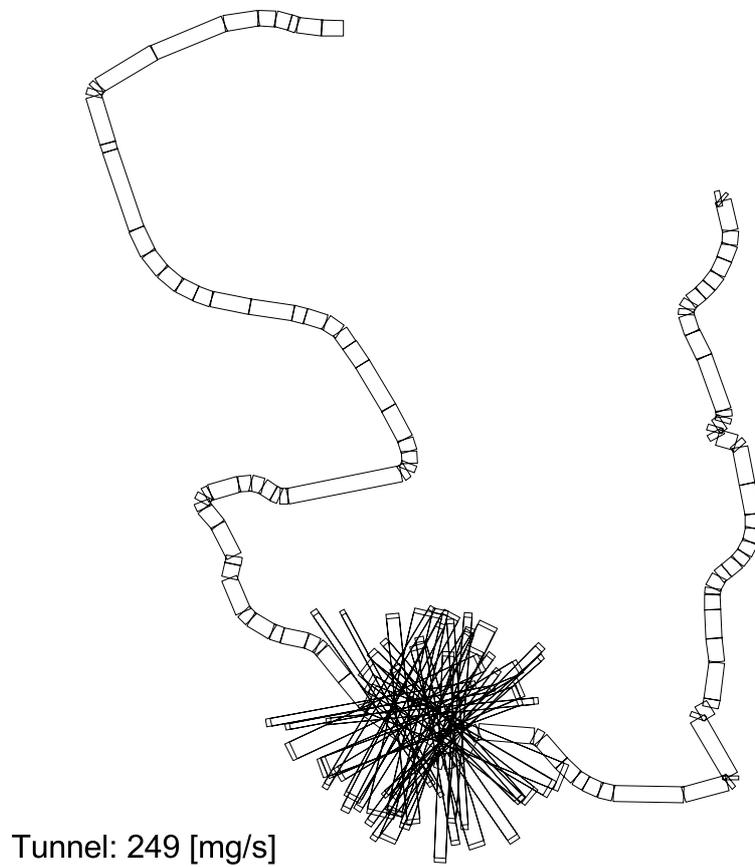
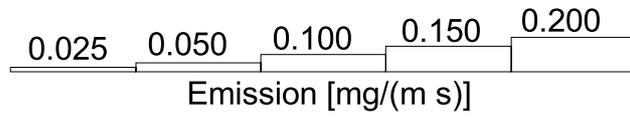


Abb. A3.6: Mittlere PM10-Emissionsdichte auf den unbefestigten Streckenabschnitten im Gelände des geplanten Prüf- und Technologiezentrums.
Die Legende der Emissionen weicht von den vorangegangenen Darstellungen ab